DIE NATURWISSENSCHAFTEN

WOCHENSCHRIFT FÜR DIE FORTSCHRITTE DER NATURWISSENSCHAFT, DER MEDIZIN UND DER TECHNIK

HERAUSGEGEBEN VON

DR. ARNOLD BERLINER UND PROF. DR. AUGUST PÜTTER

Neunter Jahrgang. 10. Juni 1921. Heft 23.

Gefäßreflexe.

Von U. Ebbecke, Göttingen.

Das Blut, der Nährsaft der Zellen im vielzelligen Organismus, das innere Milieu, in dem sie leben, atmen und sich nähren, gewährt den Zellen möglichst gleichmäßige Lebensbedingungen, indem es in Temperatur, Gasgehalt, chemischer und osmotischer Zusammensetzung konstant gehalten wird. Da es hierfür bei dauerndem Verbrauch einer dauernden Erneuerung bedarf, wird es in ständigem Flusse an den Zellen und, zu Berührung und Austausch mit der Außenwelt, an den inneren Oberflächen von Lunge, Darmwand und Nieren vorbeigeführt. An dieser Stoffbeförderung auf dem Wege der Blutkanäle arbeiten Herz und Gefäße gemeinsam unter Steuerung durch nervöse Einflüsse. So wenig ohne das Pumpwerk des Herzens ein Kreislauf möglich ist, so wenig kann das Herz allein ohne Mitwirkung der Gefäße den Kreislauf unterhalten; denn sind die Gefäße schlaff und untätig, so ist die gesamte Gefäßhöhle zu groß für die vorhandene Blutmenge, das Blut verläuft sich in den peripheren Gefäßen, ohne zum Herzen zurückzukehren. Das Herz pumpt sich leer und der Mensch verblutet sich in seine Gefäße hinein. In manchen schweren Infektionskrankheiten ist, wie *Romberg* zeigte, die Todesursache, das Versagen des Kreislaufs, nicht auf Herzschwäche, sondern auf Gefäßschwäche zurückzuführen; schon die plötzliche Erweiterung des vom N. splanchnicus versorgten Gebiets der Eingeweidegefäße führt zum Kollaps. So eng verbunden ist die Arbeit von Herz und Gefäßen, daß es bei den am Kreislauf ausgeführten Messungen (Bestimmung von Blutdruck und Stromgeschwindigkeit; Pulsschreibung, auch nach den neuen Methoden der Bolometrie und Energometrie; Volumenschreibung) durchaus nicht von vornherein klar ist, wieweit das registrierte Ergebnis auf diesen oder jenen Faktor zu beziehen ist und einen Rückschluß auf den Zustand des Herzens oder der Gefäße erlaubt. So schwierig ist die Trennung des Herzanteils und Gefäßanteils, daß beispielsweise die Tübinger medizinische Klinik, die sich über ein Jahrzehnt mit dieser Frage beschäftigt hat, neuerdings zu dem Entschluß gekommen ist, den Versuch als klinisch undurchführbar aufzugeben und sich auf die praktisch wichtige Funktionsprüfung des Gesamtkreislaufs zu beschränken. Das hindert nicht, daß die physiologische Forschung weiter daran arbeitet, die Gesamtleistung in ihre einzelnen Teilfunktionen aufzulösen und den Mechanismus der nervös gesteuerten Gefäßtätigkeit klarzulegen.

I. Die Aufgaben der Gefäßreaktionen im Kreislauf.

Unter der zunehmenden Erkenntnis von der Wichtigkeit der aktiven Mitwirkung der Gefäße ist in den letzten Jahren eine Ansicht aufgetaucht, ähnlich wie in der Zeit nach *Henles* Entdeckung der glatten Gefäßwandmuskeln und vor *Volkmanns* Begründung der physikalischen Hämodynamik, nämlich, daß die Gefäße als *„peripheres Herz“* selber durch peristaltisch ablaufende Kontraktionswellen das ihnen vom Herzen zugepumpte Blut weiterschieben (*Grützner, Hasebroek, Mareš*). Bei den Wirbellosen bietet das große Rückengefäß des Regenwurms, bei dem die Pumparbeit noch nicht an einer Stelle des Gefäßschlauchs zentralisiert ist, und bei den Wirbeltieren das „Venenherz“ in der Flughaut der Fledermaus ein gutes Beispiel für solche Gefäßperistaltik. Für den Kreislauf der Wirbeltiere hat aber die Diskussion keine sichere Bestätigung der Vermutung, wohl aber eine Reihe wichtiger Gegengründe gegeben. Die elektrischen Ströme, die im Rhythmus des Pulses an den Arterien gefunden und zunächst als Aktionsströme der auf den Dehnungsreiz der Pulswelle reagierenden glatten Muskeln gedeutet wurden, stellten sich als physikalisch bedingte „Strömungsströme“ heraus; die Abweichung im theoretisch berechneten und experimentell bestimmten Verlauf der Blutwelle („systolische Schwellung“) läßt verschiedene Deutungen zu; die in langsamem unregelmäßigen Tempo stattfindenden spontanen Kontraktionen der Arterien sind von einer regelrechten Peristaltik charakteristisch unterschieden und für eine Weiterbeförderung des Inhalts unzweckmäßig (*Hürthle, Heß*).

Aber auch ohnedem sind die Aufgaben der Gefäßreaktionen für den Kreislauf mannigfaltig genug. Da, wie gesagt, die Blutmenge des Körpers verhältnismäßig klein ist und beim Menschen nur wenige Liter beträgt ($^1/_{10}$—$^1/_{20}$ des Körpergewichts), müssen die Gefäßmuskeln durch dauernde Anspannung die Gefäßhöhle soweit verengen, daß aus ihr genügend Blut zum Herzen abfließt, um es immer neu zu füllen. Infolge der tonischen Gefäßverengerung arbeitet nun das Herz gegen einen ziemlich erheblichen peripheren Widerstand, was sich in der Höhe des *Blutdrucks* äußert (gegen 120 mm Hg in den größeren Arterien). Doch bedeutet dieser Widerstand keineswegs eine Erschwerung der Herzarbeit, vielmehr

hat es das Herz leichter, seinen Inhalt nur in den durch Innendruck gespannten Anfangsteil der Gefäßbahn hinauszuschleudern, der, elastisch ausweichend, dann durch elastische Rückwirkung die Weiterbeförderung der neu aufgenommenen Blutmenge nach dem „Windkesselprinzip" übernimmt, als wenn es durch weite, nicht elastisch beanspruchte Röhren hindurch die gesamte und dann entsprechend größere Blutmenge vor seinem zu entleerenden Schlagvolumen hertreiben müßte. Zugleich wird dadurch die rhythmisch beschleunigte in eine *gleichmäßige Strömung* umgewandelt, so daß das Blut in den Kapillaren für gewöhnlich nicht mehr pulsiert; eine Einrichtung, die für die äußerst zart gebaute, den Stoffaustausch ermöglichende Wandmembran der Kapillaren gewiß nicht gleichgültig ist. Allerdings kommt es bei manchen Erkrankungen, so bei Arteriosklerose und Nierenkrankheiten, vor, daß der periphere Widerstand durch Gefäßmuskeltonus zu groß wird, das Herz sich überanstrengt und erschöpft, sich unvollständig entleert und sich erweitert und Stauungserscheinungen auftreten. Hier scheinen die Gefäße dem Herzen unzweckmäßig entgegenzuarbeiten, und es ist Sorge des Arztes, den zu hohen Blutdruck herabzusetzen. Gerade daß die Bedeutung dieses Vorgangs nicht recht verständlich ist, macht die Kliniker geneigt, die geltende Auffassung von der Dynamik des Kreislaufes für unvollkommen zu halten und nach ergänzenden Theorien zu suchen. Doch sei hier ein Gedanke ausgesprochen, der an die Verhütung eines die Kapillarendothelien beanspruchenden Pulsierens anknüpft und eine Erklärungsmöglichkeit gibt. In den Anfangsstadien der Gefäßerkrankung (Präsklerose, Aortenentzündung) pflegen die elastischen Faserelemente der Gefäßwand am stärksten betroffen zu sein, die Gefäße werden dehnbarer und nachgiebiger als zuvor, das Pulsvolumen wird größer und häufig wird dabei Kapillarpuls beobachtet. Der Sinn des als Reaktion auftretenden gesteigerten Gefäßtonus wäre dann, den durch Schwund der elastischen Elemente verkleinerten Elastizitätskoeffizienten durch muskuläre Verdickung der Gefäßwand wieder auf die alte Höhe zu bringen, wobei freilich der eine Vorteil durch einen andern Nachteil erkauft würde. Wie auch sonst, etwa beim Fieber, hat der Arzt eine übermäßig starke Reaktion oder Überkompensation abzudämpfen.

Sorgt so der, je nach Pulsfrequenz, Schlagvolumen, Flüssigkeitsmenge und innerer Reibung nervös abzustufende Gefäßtonus für die Aufrechterhaltung des allgemeinen Blutdrucks, so hat er die andere Hauptaufgabe, den durch Herzkraft in schnelleren oder langsameren Umtrieb gesetzten Gesamtkreislauf für die einzelnen Unterabschnitte zu modifizieren und zu variieren im Sinne einer zweckmäßigen *Verteilung der* beschränkten *Blutmenge* auf die verschiedenen Gefäßgebiete.

Schon die mit jeder Änderung der Körperlage wechselnde Wirkung der *Schwerkraft* erfordert eine dauernde Ausgleichung, die sich so glatt vollzieht, daß wir nur in seltenen Fällen auf sie aufmerksam werden. Zu dem von der Herzarbeit herrührenden Innendruck, der die Gefäßwand ausdehnt, addiert sich der hydrostatische Druck der auf ihr lastenden Flüssigkeitssäule, was bei Blutdruckbestimmungen mit zu berücksichtigen ist. Denkt man sich als einfaches Modell zwei mäßig gefüllte Gummibeutel an einer Stange angebracht und durch einen Schlauch in Verbindung gesetzt, so ist leicht einzusehen, daß bei vertikaler Stellung die meiste Flüssigkeit im unteren Beutel enthalten ist und beim Hinlegen der Stange mehr Flüssigkeit in den andern Beutel fließt. Da das gleiche für Kopf und Beine eines Menschen zutreffen muß, so setzt es eher in Erstaunen, daß beim Aufrichten aus der Rückenlage der Mensch nur in manchen Schwächezuständen, etwa als Rekonvaleszent nach langer Bettlägrigkeit, durch Schwindel oder Ohnmacht eine eintretende Blutleere des Gehirns bemerkt. Gewöhnlich wird die mechanische Änderung der Blutverteilung neben einer Änderung der Pulsfrequenz durch eine sofort eintretende aktive reflektorische Tonusänderung der Körpergefäße kompensiert. Erinnern wir uns, wie leicht Kinder und junge Menschen längeres Bücken oder gar senkrechtes Herabhängen des Kopfes vertragen, wobei der Erwachsene einen roten Kopf oder leichtes Schwindelgefühl bekommt, so sehen wir daran, wie doch die ausgleichende Promptheit und Leistungsfähigkeit der Gefäßreaktionen schon in verhältnismäßig frühem Alter nachläßt; sie bleibt nach Gehirnerschütterung und traumatischen Neurosen besonders stark geschädigt.

Für andere Zwecke ist es umgekehrt nötig, daß die Verteilung des Blutes im Körper ungleichmäßig wird. Die bei körperlicher Anstrengung gebildete Mehrwärme würde zu einer Überhitzung führen, wenn sie nicht gleich wieder entfernt würde, was zum großen Teil durch Strahlung und Leitung von der Haut aus geschieht. Indem die Arterien der Haut ihren Tonus vermindern, werden sie Bahnen geringeren Widerstandes, die Haut wird hyperämisch, erhält weit mehr Blut als sie für ihren eigenen Ernährungsbedarf nötig hätte, und das Blut hat Gelegenheit, auf seinem Wege unter der kühleren Oberfläche hin sich abzukühlen und zugleich die überschüssige Wärme aus dem Körperinnern abzuführen. Anderseits sichert die Verengerung der Hautgefäße den Körper, nicht die Haut, vor Abkühlung unter die Norm. So sind die Hautgefäßreflexe ein wesentliches Mittel zur Regulierung und *Konstanthaltung der Körpertemperatur*.

Am häufigsten wird der Widerstand einzelner Gefäßstrecken deswegen variiert, weil ein Organ, das arbeitet, gegenüber der Ruhe einen auf das Vielfache gesteigerten Stoffwechsel hat und einer entsprechend erhöhten Blutzufuhr bedarf (*funktionelle Hyperämie*). Da nur ein gewisses

Blutquantum zur Verfügung steht, wird die vermehrte Blutversorgung an einer Stelle mit einer Verminderung an einer andern Stelle einhergehen. Obgleich meist ein Organ ruht, während ein anderes arbeitet, kann es doch dabei zu einem Wettstreit der Teile untereinander kommen, und es ergibt sich da gleichsam ein verwaltungs- und verkehrstechnisches Problem einer den verschiedenen Ansprüchen gerecht werdenden Verteilung der Nähr- und Brennstoffe im Organismus, das durch Zentralisierung gelöst wird.

Am wichtigsten ist es, daß für ein Organ unter allen Umständen die Durchblutung gesichert wird, ein Organ, das am meisten von einer reichlichen Blutzufuhr abhängig ist und bei ungenügender Versorgung am raschesten versagt, das *Gehirn*. Ähnlich wie während einer Hungerperiode das Gewicht des Gehirns verhältnismäßig weniger abnimmt als das anderer Organe, so wird trotz seiner hydrostatisch ungünstigen Lage das Gehirn in seiner Blutversorgung auf Kosten anderer bevorzugt. Von diesem Standpunkt aus stellt die Gefäßhöhle des ganzen übrigen Körpers ein Reservoir dar, aus dem das Gehirn schöpft, indem es die Weite des Reservoirs und damit die Menge, die daraus in die Schädelhöhle abfließt, nach Bedarf reguliert.

Haben wir somit die Leistungen aufgezählt, welche die Gefäßreaktionen durch Wechsel von Kontraktion und Erschlaffung normalerweise erfüllen, so ist nun der Mechanismus klarzulegen, durch den diese Regulationen zustande kommen; auf die finale Betrachtung folgt die kausale.

II. Der nervöse Mechanismus der Gefäßregulierung.

Wie seit *Goltz* bekannt, liegt dem Gefäßtonus ein den Gefäßmuskeln auf Nervenwege vermittelter zentraler Tonus zugrunde, der seinerseits durch zahlreiche zentripetale Erregungen beeinflußt wird. Wir haben also das auch sonst übliche Reflexschema vor uns mit Zentrum, zuführendem und abführendem Schenkel, haben allgemeine und lokale, drucksteigernde und -herabsetzende Reflexe zu unterscheiden und haben zuzusehn, wie im Einzelfall die Reflexwege beschaffen sind, wie die gefäßweitenden und gefäßengenden Nerven verlaufen, wo die Gefäßzentren zu lokalisieren und auf welche Weise sie zu beeinflussen sind.

Methodisch wird ein vasomotorischer Effekt nach seinen verschiedenen Symptomen beurteilt und gemessen durch Beobachtung der Färbung und der Temperatur, Messung des Volumens eines im Plethysmographen eingeschlossenen Gliedes oder eines in einer passenden Onkographenkapsel befindlichen Organs, Messung der durch die zuführende Arterie oder aus der abführenden Vene in der Zeiteinheit fließenden Blutmenge oder Blutdruckbestimmung. Jede dieser Methoden ist unter Umständen die zweckmäßigste. Die seit *Fick* und *Mosso* eingeführte Plethysmographie ist zuletzt besonders von *E. Weber* mit gutem Erfolg gehandhabt; daß auch die einfache genaue Beobachtung der Farbänderungen neue Resultate gibt, zeigten Untersuchungen von *L. R. Müller* und von *Ebbecke*; die Temperaturänderungen verwertete *Stewart* in einer neuen Methode, indem er durch Eintauchen einer Hand oder eines Fußes in ein kleines Wasserkalorimeter aus der Temperaturzunahme der eingeschlossenen Wassermenge auf die in der Zeiteinheit pro 100 ccm Körpersubstanz durchfließende Blutmenge schloß.

Für die gefäßengenden (*vasokonstriktorischen*) Bahnen gelten alle die Regeln, die für die sympathischen Nerven mit der *Langley*schen Nikotinmethode festgestellt sind. Nach einer Unterbrechung im sympathischen Ganglion schließen sie sich dem Verlauf der cerebrospinalen Nerven an, wie es gewöhnlich, so bei den Hautgefäßnerven (*Trotter* u. *Davies*), der Fall ist, oder folgen, zu Eingeweiden und Gehirn, der Bindegewebsscheide der Gefäßstämme. Eine noch nicht ganz geklärte Sonderstellung nehmen Lungengefäße, Kranzgefäße des Herzens und Gehirngefäße ein. Die Kapillaren sind, wie *Steinach* und *Kahn* an den Kapillaren der Froschnickhaut experimentell festgestellt und *Kukulka* kürzlich mit der Adrenalinmethode bestätigt haben, ebenfalls mit Vasokonstriktoren versorgt.

Da die Vasokonstriktoren dem sympathischen Nervensystem angehören, ist zu erwarten, daß ihre Antagonisten, die *Vasodilatoren*, die Hemmungsnerven des Gefäßtonus aus dem „parasympathischen" System stammen. Das trifft vielleicht für die gefäßweitenden Nerven des Kopfes (Trigeminusäste, Chorda tympani) und den N. erigens zu, nicht aber für die Hautgefäßerweiterer von Rumpf und Gliedern. Nachdem schon *Stricker* gefunden hatte, daß sie, abweichend von der Regel, in den hinteren Rückenmarkswurzeln austreten, zeigte *Bayliß*, daß sie sich in ihrem Verlauf in nichts von den gewöhnlichen Nervenfasern der Hinterwurzeln unterscheiden, ihren Zellkörper im Spinalganglion haben und zu peripheren Ganglien in keine Beziehung treten. So faßt *Bayliß* jene Fasern als wirkliche sensible Fasern auf, die zugleich in entgegengesetzter Richtung, antidrom, leiten können und bei ihrer Endverästelung in der Haut kollaterale Fasern zu den Gefäßen abgeben. Eine andere Möglichkeit ist, daß jene sensibeln Fasern die Gefäßweite indirekt durch Änderung des Gewebsstoffwechsels beeinflussen (*Ebbecke*).

Für die *Gefäßzentren* ist die aus den Goltzschen Reflexuntersuchungen gewonnene Lehre von den Zentren erster, zweiter und dritter Ordnung (bulbäre, spinale und periphere vasomotorische Zentren) hauptsächlich für die höchsten cerebralen und niedrigsten vaskulären Zentrenfunktionen erweitert und modifiziert worden.

Das den Gefäßtonus beherrschende Zentrum liegt im *Kopfmark*, dem Facialiskern benachbart. Trotz neuerdings geäußerter Zweifel ist der experimentelle Befund, daß Zerstörung dieser Stelle und Halsmarkdurchschneidung unterhalb

dieser Stelle stärkste Blutdrucksenkung (Gefäßschok) bewirkt, während ein oberhalb davon durch den Hirnstamm gelegter Schnitt den Gefäßtonus bestehen läßt, unwiderlegt.

Unterzentren liegen in den verschiedenen Segmenten des Rückenmarks. Daß während einer durch Kokaïnisierung des vierten Ventrikels erzielten zeitweiligen Blutdrucksenkung keine Gefäßreflexe nachweisbar sind (*Aducco, Arthus*), spricht nicht dagegen. Denn untergeordnete Zentren stellen nach Abtrennung von den normalen anregenden Impulsen der Oberzentren, wie *Trendelenburg* mit seiner Methode der Durchkühlung und *Ebbecke* für die Narkosenwirkung zeigten, zunächst ihre Funktion ein und werden erst nach längerer Zeit selbständig. Auch an Tieren mit durchschnittenem Rückenmark, die längere Zeit am Leben geblieben sind, steigert noch eine Erstickung den Blutdruck, freilich erst bei einem Kohlensäuregehalt des Blutes von 25 %, während das empfindlichere Kopfmarkzentrum schon auf 5% reagiert.

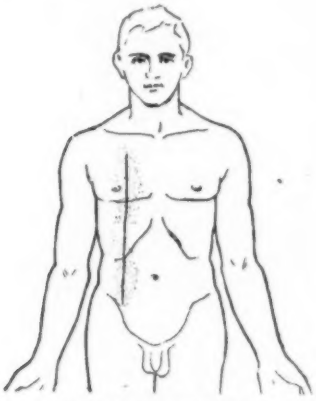

Fig. 1. Aus *L. R. Müller*, Studien über den Dermographismus und dessen klinische Bedeutung. Ztschr. f. Nervenheilk. Bd. 47/48, 1913.

Sehr anschaulich zeigte *L. R. Müller* die Wirksamkeit der Rückenmarkszentren beim Menschen an Kranken mit Querschnittsverletzung des Rückenmarks, durch Verwendung der *Haut-gefäßreaktion*. Wie Fig. 1 zeigt, ist der durch direkte mechanische Reizung bedingte rote Streif umsäumt von einem schmalen, unregelmäßig nach beiden Seiten hin auslaufenden Rande (Reflexerythem), der nur an der, dem verletzten Rückenmarkssegment entsprechenden Stelle ausfällt, ober- und unterhalb davon aber erhalten ist, was zur Lokalisation einer Rückenmarkserkrankung dienen kann. Am reinsten und ausgedehntesten kommt die Reaktion bei Verwendung punktförmiger Schmerzreize zum Vorschein (*Ebbecke*) und läßt sich so zur objektiven Prüfung einer peripheren sensiblen Lähmung heranziehen. Die Reaktion entspricht völlig dem von *Lovén* im Tierversuch, an den Ohrgefäßen und der A. saphena des Kaninchens gefundenen Gefäßreflex, der mit lokaler Gefäßerweiterung und zugleich wie jede durch Intensität (Schmerzreiz) oder Ausbreitung (Anblasen einer großen Hautfläche) ausgezeichnete Reizung mit allgemeiner Blutdruckerhöhung einhergeht.

Dabei wird der tonusändernde Einfluß den Gefäßzentren auf dem Wege der gewöhnlichen *sensiblen Fasern* zugeleitet. Auch die, oft bestrittene, Sensibilität der Eingeweide läßt sich auf diesem Wege nachweisen, sofern nur für adäquate Reizung gesorgt ist; beispielsweise gibt im Tierexperiment Dehnung der Harnleiterwand ein Ansteigen des Blutdrucks. Einzig der „Ventilnerv" der Aorta, der N. depressor, der, durch Dehnung der Aorta gereizt, ein zu hohes Ansteigen des Blutdrucks verhindert, vermittelt immer nur Blutdrucksenkung. Ob auch sonst von den zahlreichen Nervenfasern, die in der Wand sämtlicher Gefäße verlaufen, einige als zuleitende druckregulierende Bahnen wirken, ist experimentell noch nicht sichergestellt, wenn auch wahrscheinlich. Von ganz verschiedenen Seiten kommen sowohl *R. Thoma* wie *Mareš* wie *R. C. Heß* dazu, eine Druck und Gefäßweite lokal regulierende Arteriensensibilität zu postulieren. In der Temperaturempfindung ist nach *Ebbecke* eine Komponente enthalten, die zu dem eigentümlichen, diffusen und schwer zu lokalisierenden, unter Umständen bis zu leiser Schmerzhaftigkeit gesteigerten Gefühl des Fröstelns führt, wie es mit jeder starken Hautgefäßverengerung verbunden ist und, im Schüttelfrost, sogar bei erhöhter Hauttemperatur vorkommt; diese Komponente stellt ein „Tonusgefühl" der Gefäße dar, das von sensibeln Fasern der Gefäßmuskeln vermittelt wird. Nach amerikanischen Autoren lassen sich an decerebrierten Tieren drucksenkende Reflexe bei faradischer Reizung zentraler Nervenstümpfe allgemein erzielen, wenn man Reizstärken nahe der Reizschwelle verwendet, und sind besonders leicht vom N. splanchnicus her auszulösen, so daß der sensible Splanchnicus direkt als N. depressor der Eingeweidegefäße angesprochen wird.

Auf einen recht eigenartigen Reflex oder Pseudoreflex hat *Bruce* aufmerksam gemacht. Nachdem *Spies* den Einfluß nervöser Über- oder Unempfindlichkeit auf den Verlauf einer Entzündung hervorgehoben hatte, stellte *Bruce* Versuche an der empfindlichen Bindehaut des Auges beim Kaninchen an. Die durch Einträufeln von Senföl gesetzte heftige Entzündung bleibt nach Kokainisierung aus. Ähnlich wirkt Durchschneidung der die Bindehaut versorgenden sensiblen Trigeminusäste, wenn genügend Zeit bis zur Degeneration der durchtrennten Fasern vergangen ist. In den ersten acht Tagen aber verläuft die Entzündung wie bei erhaltenen Nerven. Hieraus schließt *Bruce* auf das Vorkommen eines nicht durch das Rückenmark vermittelten Reflexes. Da nun nach *Langley* die peripheren sympathischen Ganglien

keine reflexvermittelnden Stationen, sondern nur Relaisstationen sind, welche die ihnen von Oberzentren zugeleiteten Impulse verstärken und verteilen, könnte die Erregung durch „Axonreflex" vom peripheren Ende sensibler Fasern auf unweit davon abgehende Gefäßkollateralen übertragen sein. Außer auf die Möglichkeit, daß auch hier ein Einfluß der noch nicht degenerierten sensiblen Endorgane auf den Gewebsstoffwechsel und indirekt auf die Gefäße vorliegt, ist hier auf den histologischen Befund hinzuweisen. Genaue Durchmusterung der Gefäßwände zeigt die überall vorhandenen, begleitenden und umspinnenden, die Media versorgenden und auch bis in die Intima vordringenden Nervenfasern und Nervennetze (*Müller* und *Glaser, Bethe*); Ganglienzellen freilich sind, bei Anwendung der Rongalitweißmethode, nur in den Eingeweide- und Gehirngefäßen, nicht in denen der Extremitäten auffindbar (*Glaser*). Es könnte somit eine Reflexvermittlung durch periphere Nervennetze analog den Nervennetzen wirbelloser Tiere stattfinden, wobei zu erwarten ist, daß mit zunehmender Reizstärke die Reaktion immer weiter in die Umgebung hinein ausstrahlt.

Auch entnervte, anfangs gelähmte Gefäße gewinnen allmählich ihren Tonus wieder, der unter Umständen sogar größer als der normale werden kann, und bleiben für allerlei — chemische, thermische, mechanische — Reize beeinflußbar. Um dies zu erklären, waren Zentren dritter Ordnung in der Gefäßwand selbst angenommen worden. Doch haben sich, wie gesagt, die hypothetisch postulierten Ganglienzellen der Gefäßwand nicht finden lassen. Da an Gliedern mit degenerierten Nerven die vasomotorischen Reaktionen immer scharf auf den direkt gereizten Bezirk beschränkt bleiben, so versagt auch die Erklärung mit der Nervennetzleitung. Wir haben es also mit nicht nervös bedingten Reaktionen zu tun. Aus anderen Gründen kommt *Bayliß* dazu, von einem „*Substanztonus*" der Gefäße zu sprechen und die von ihm gefundene Gefäßzusammenziehung auf passive Dehnung des Gefäßlumens — soweit sie nicht durch eine vermehrte Adrenalinausschwemmung aus den Nebennieren bedingt ist (*v. Anrep*) — der Automatie glatter Muskelfasern zuzuschreiben. Weitere Äußerungen einer peripheren Automatie sind die an den Arterien des Kaninchenohrs (*Schiff*), der Froschschwimmhaut (*Stepanow*), an den Kranzgefäßen (*Krawkow*) und der menschlichen Hand (*Ebbecke*) zu beobachtenden spontanen rhythmischen Tonusschwankungen, die auch nach Entnervung vorkommen und deren Sinn vielleicht in entsprechenden Schwankungen der Gewebsatmung zu suchen ist. Am exaktesten ist die neuerdings ausgebildete Methode der Beobachtung ausgeschnittener, in sauerstoffdurchspülter Ringerlösung aufgehängter Arterienstreifen, die überlebend Reaktionen und Spontanbewegungen zeigen (*Mac Williams, O. B. Meyer, Full, Günther, S. Weiß, H. Friedmann, Rothlin*), obgleich auch hier die Entscheidung zwischen nervösem und muskulärem Ursprung der Bewegungen schwierig ist.

Sind demnach an der äußersten Peripherie der Gefäßreaktionen neue Befunde und neue Fragen aufgetaucht, wo aus nervösen Reaktionen schließlich eng beschränkte muskulärprotoplasmatische Reaktionen werden, so ist auch nach der andern Seite hin das Gebiet erweitert, wo die nervösen Reaktionen zu cerebralen und psychischen Reaktionen werden.

Aus seinen Versuchen schließt *E. Weber* auf das Vorhandensein eines oberhalb des Vasomotorenzentrums gelegenen Sonderzentrums für die Hirngefäße, das unabhängig vom allgemeinen Tonus und Blutdruck die Weite der Hirngefäße reguliere. Doch ist die Deutung der Versuchsergebnisse nicht ganz sicher und gerade in bezug auf die Hirngefäße noch mancher Widerspruch zwischen den Autoren vorhanden.

Daß das Kopfmarkzentrum, dessen Tonus im übrigen von der Blutbeschaffenheit und von den aus allen Körpergebieten zu ihm gelangenden afferenten Impulsen bestimmt wird, auch zahlreichen *cerebralen Einflüssen* unterliegt, ist ohne Zweifel. Wollte man alle die Stellen, deren Reizung einen vasomotorischen Erfolg hat, als Vasomotorenzentren bezeichnen, so gäbe es deren wohl ebensoviel im Gehirn als „Fieberzentren" angeführt werden. Doch scheint besonders das „Eingeweide- und Stoffwechselzentrum" im Zwischenhirn ausgezeichnet, bei dessen Reizung in der Gegend des Hypothalamus *Karplus* und *Kreidl* starke Gefäßwirkungen registrierten.

Aus dem Abweichen der Gefäßreflexe beim enthirnten Tier von den gewöhnlichen am Menschen plethysmographisch registrierten Gefäßreaktionen ist der Schluß gezogen, daß die letzteren Reflexe meist cerebral vermittelt seien, und tatsächlich sind die aus dem täglichen Leben bekannten Gefäßreflexe, die wir schon nach den Änderungen der Gesichtsfarbe, dem Wechsel von Kühle und Wärme der Hände oder den scheinbaren Änderungen in der Weite eines bald lose, bald fest sitzenden Fingerrings beurteilen können, trotz ihrer Unwillkürlichkeit besonders eng mit *psychischen Vorgängen und Affekten* verknüpft. Freude, Zorn, Scham, Schreck, Angst, auch Müdigkeit und aufmerksame Spannung spiegeln sich so deutlich im Verhalten der Gefäße, daß sogar die Meinung entstehen konnte, die Gefäßreflexe seien die Ursache, nicht eine Folge der Gemütsbewegungen, und daß die Gefäßreflexe den größten Teil dessen ausmachen, was *E. Weber* unter dem Titel „Der Einfluß psychischer Vorgänge auf den Körper" schildert. Indem *Weber* die Blutfüllung und deren reaktive Änderung an möglichst vielen Körpergebieten untersuchte und in Beziehung zueinander brachte, vervollständigte er die von *Mosso, A. Lehmann, Berger* und *Brodmann* gewonnenen Daten. Hier sei die Tabelle wiedergegeben, in der er die Resultate übersicht-

lich zusammenstellt, wobei + Zunahme, — Abnahme der Blutfülle bedeutet.

	Gehirn	Äußere Kopfteile	Bauchorgane	Glieder und äußere Rumpfteile
Bewegungsvorstellung.....	+	—	—	+
Geistige Arbeit	+	—	+	—
Schreck.....	+	—	+	—
Lustgefühl....	+	+	—	+
Unlustgefühl..	—	—	+	—
Schlaf.....	+		—	+

Daß bei Kältereizen die Blutfülle der Oberfläche und Gliedmaßen zwecks Beschränkung der Wärmeverluste abnimmt, bei körperlichen Bewegungen zwecks reichlicher Ernährung der arbeitenden Muskeln zunimmt, ist ohne weiteres verständlich. Bemerkenswert ist aber, daß es zum Zustandekommen der Reaktion nicht des wirklichen Eintretens von Kälte oder Muskelarbeit bedarf, sondern daß, ebenso wie beim psychogalvanischen Reflex, schon die Antecipation des Ereignisses in der Vorstellung genügt, um den gleichen Erfolg auszulösen. Ein Mensch, bei dem, etwa durch Auflegen von Eis oder Aufsprühen von Chloräthyl auf die Haut, ein Kälteversuch vorgenommen war, reagiert mit Gefäßverengerung bereits auf die Ankündigung, daß nun wieder ein Kältereiz folgen werde. Nimmt sich jemand fest vor, mit einem Arm eine kräftige Bewegung auszuführen, die er aber zunächst noch unterläßt, so erweitert das schon die Gefäße dieses Arms, wie *Weber* am deutlichsten an hypnotisierten Versuchspersonen, bei denen ablenkende Nebeneindrücke und Nebenvorstellungen fehlen, demonstrieren konnte. Entsprechend fand er auch an Tieren, die durch Kurare bewegungslos gemacht waren, elektrische Reizung der motorischen Rindenfelder vasodilatorisch wirksam. Wie sich hieraus ergibt, gehen zugleich mit den gewöhnlichen motorischen Impulsen vasomotorische Impulse von der Hirnrinde aus, die durch Vermittlung des Kopfmarkzentrums und der Rückenmarkzentren den Blutdruck und den Blutgehalt der Bewegungsorgane, in erster Linie des zu bewegenden Gliedes, beeinflussen. Diese experimentell demonstrierte psychische Beeinflußbarkeit der Gefäße und des Blutdrucks spielt im täglichen Leben eine große Rolle und ist auch ärztlich recht wichtig.

Neuerdings haben die Untersuchungen noch in zweifacher Hinsicht praktische Bedeutung gewonnen. *Weber* fand, daß in Ermüdungszuständen und bei Krankheiten eine *Umkehr der Reaktion* eintritt, die auch zur objektiven Beurteilung solcher Zustände verwertet werden kann. Wenn sonst an einem ruhig sitzenden Menschen, dessen einer Arm in Herzhöhe in einem Plethysmographenzylinder untergebracht ist, auf kräftige Dorsalbewegung eines Fußes hin die graphisch registrierte Volumenkurve ansteigt (Fig. 2), so bewirkt nach *Ermüdung*, etwa durch Dauerlauf, anstrengende Marsch- oder Schwimmübung, dieselbe Fußbewegung im Gegenteil ein Absinken der Kurve. Der Vorteil der allerdings, wie *Weber* hervorhebt, schwierig zu handhabenden Methode liegt darin, daß nun der Untersucher nicht mehr auf den allgemeinen Eindruck, auf unsichere Angaben oder, wie beim Ergometer, auf den guten Willen der zu untersuchenden Person angewiesen ist, sondern mit objektivem Maß feststellen kann, wie leistungsfähig oder ermüdbar, wieweit trainiert oder durch Training beeinflußbar ein Mensch ist, welche Erholungszeit er braucht und welche Momente die Erholung begünstigen.

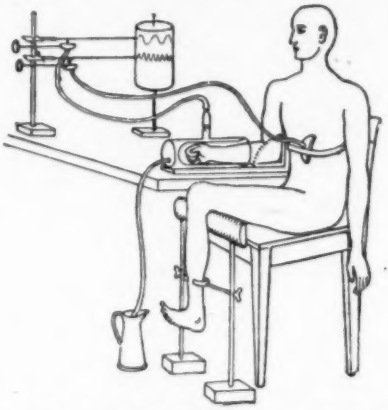

Fig. 2. Aus *E. Weber*, Die Wirkung natürlicher und künstlicher Kohlensäurebäder sowie der Hochfrequenzbehandlung bei Herzkranken, kontrolliert durch die „plethysmographische Arbeitskurve", Ztschr. f. d. ges. exper. Medizin Bd. *8*, 1919, S. 2.

Bei einer Reihe krankhafter Zustände ist die Umkehr der Gefäßreaktion in ihr Gegenteil nicht eine zeitweilige Ausnahme, sondern eine Dauererscheinung, und zwar sind das Zustände, bei denen eine quantitativ oder qualitativ ungenügende Blutversorgung und Ernährung der Großhirnrinde vorliegt: schwere Chlorose, Diabetes, Infektionskrankheiten und Herzinsufficienz. Für die auf *Herzinsufficienz* beruhende *„negative Arbeitskurve"* hat *Weber* die Methode genau ausgearbeitet, so daß er imstande ist, aus den Modifikationen der Kurve bestimmte diagnostische Schlüsse zu ziehen. So bedeutet eine positive, aber träg abfallende Kurve Venenstauung und Funktionsschwäche des rechten Herzens, eine nachträglich ansteigende Kurve Hypertrophie des linken Ventrikels und Überkorrektion, wobei die vermehrte Herzarbeit die gefäßverengenden Impulse überdauert, und eine nachträglich absinkende Kurve das Überdauern der Gefäßkontraktion über die Herzbeschleunigung. Differentialdiagnostisch wertvoll ist, daß rein funktionelle,

neurasthenische Herzbeschwerden keine negative Arbeitskurve machen. Anderseits können auf diese Weise therapeutische Maßnahmen objektiv kontrolliert werden. *Weber* konnte so den, wenn auch kurzdauernden, Nutzen einer Sauerstoffeinatmung, die für längere Zeit anregende Wirkung von Kältereizen, von Herzmassage und Bauchmassage, den Erfolg einer Digitaliskur oder einer Hochfrequenzbehandlung an der Veränderung des Kurventypus zeigen und konnte verfolgen, wie es durch individualisierende Behandlung mit Kohlensäurebädern gelingt, eine negative Arbeitskurve dauernd in eine positive umzuwandeln. Dabei zeigte sich zugleich die günstigere Wirkung natürlicher Kohlensäurebäder gegenüber künstlichen, verdeckter Bäder gegenüber solchen, wo der Kranke die Kohlensäure einatmet, und die unter Umständen auch schädliche Wirkung des Kohlensäurebads auf manche Herzkranke. So ist die theoretische Arbeit schließlich der Praxis zunutze gemacht.

Theoretisch ist die Umkehrbarkeit der Gefäßreaktion, die mit früheren Befunden an chloroform- oder chloralbehandelten Tieren übereinstimmt, ein Hinweis darauf, wie abhängig gerade die Großhirnrinde von ihrer Blutversorgung und wie leicht sie umstimmbar ist. Hier sind wohl die von *Sherrington* und *Graham Brown* beschriebenen *Umstimmungen kortikaler Reaktionen* heranzuziehen, bei denen elektrische Reizung eines und desselben motorischen Rindenpunktes bald Flexion, bald Extension ergibt, je nachdem wieviele oder wie langdauernde Reizungen dieses Punktes oder benachbarter Punkte vorangegangen waren; auch an Rückenmarkstieren sind experimentelle Reflexumkehrungen beobachtet (*Sherrington, Verzár*). Es münden da die Probleme der Gefäßreflexe in das Gebiet der allgemeinen Reflexphysiologie ein.

Die drahtlose Telephonie.

Von A. Meißner, Berlin.

Die Grundlage für jede drahtlose Telephonie ist die Übertragung der menschlichen Sprache durch elektrische Schwingungen, elektrische Wellen, welche von einer Sendeantenne aus nach allen Richtungen im Raume fortschreiten. Zwischen den beiden Sprechenden sind keine leitenden Verbindungen vorhanden. Sie können sich beliebig im Raume, in beliebigen Fahrzeugen (Schiff, Luftschiff) bewegen. Vorausgesetzt der Sender ist genügend stark, kann jedermann in einem Umkreis von mehreren 100 km mithören, leider auch der, für welchen das Gespräch nicht bestimmt ist. Dabei ist die Möglichkeit vorhanden, daß eine ganze Reihe von drahtlosen Gesprächen gleichzeitig geführt wird. Die Gespräche lassen sich leicht trennen durch Wahl verschiedener Frequenzen der Schwingungen (Wellen) und Resonanzabstimmung im Empfänger.

Für die Übertragung eignen sich nur ungedämpfte kontinuierliche Schwingungen (Fig. 1). Werden diesen durch ein Mikrophon Schwankungen aufgedrückt (Fig. 2), quantitativ übereinstimmend mit den beim Sprechen auftretenden Variationen, so werden auch diese Hochfrequenzsprechschwankungen durch die Strahlung über die Erdoberfläche hinweg unverändert übertragen und werden von jedem gewöhnlichen drahtlosen Empfänger (Antenne mit Detektor)

Fig. 1. Ungedämpfte kontinuierliche Schwingungen.

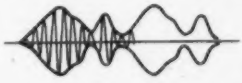

Fig. 2. Durch mikrophonisches Besprechen verursachte Kurvenform.

quantitativ im richtigen Sinne wiedergegeben und dem Ohr hörbar gemacht.

Die Aufgaben, welche die drahtlose Technik zu lösen hatte, waren: die Erzeugung konstanter ungedämpfter Schwingungen, die Schaffung eines geeigneten „Mikrophons" zur Beeinflussung dieser Schwingungen und die Ausbildung der Apparate derart, daß jeder beliebige Teilnehmer, ohne Physiker oder Ingenieur zu sein, ein drahtloses Telephongespräch führen kann. Erst in den letzten Jahren ist es gelungen, obige Probleme restlos zu lösen, vor allem durch die Ausgestaltung der Kathodenröhren als Empfangsverstärker, als Generator und als Starkstrommikrophon, in der Hauptsache das Verdienst der „Gesellschaft für drahtlose Telegraphie".

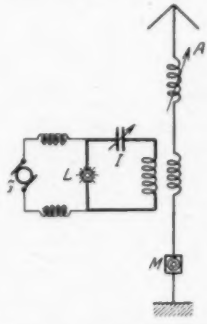

Fig. 3. Einfachste und älteste Anordnung zur Erzeugung ungedämpfter Schwingungen in der drahtlosen Telephonie.

Die ungedämpften Schwingungen in der drahtlosen Telephonie können auf verschiedene Art erzeugt werden: durch einen Lichtbogen, eine Hochfrequenzmaschine und einen Kathodenröhrengenerator. Die Anordnungen, durch welche sie von der Sprache beeinflußt werden, sind bei allen drei Verfahren prinzipiell dieselben. Die einfachste und älteste Anordnung zeigt Fig. 3. Ein Lichtbogen L erzeugt in einem Schwingungskreis I ungedämpfte Schwingungen. G ist eine Gleichstrommaschine für etwa 500

Volt. Die Schwingungen werden durch induktive Kopplung auf die Antenne *A* übertragen und durch das Mikrophon *M* von der Sprache beeinflußt. Im Mikrophon, diesem primitivsten Apparat, der aus nichts weiter besteht als aus einer dünnen Kohlenplatte, die beim Besprechen mehr oder weniger gegen einige Kohlenkörner drückt, hat uns, man möchte fast sagen der Zufall, eine Anordnung gegeben, deren elektrischer Widerstand in unerwarteter und idealster Weise all den komplizierten Schwingungen folgt, aus denen die Sprache besteht. Und die Sprache gehört doch wirklich zu den kompliziertesten physikalischen Gebilden; so besteht z. B. der Vokal „a" einer Männerstimme in „Vater" aus nicht weniger

Fig. 4. Oszillographische Aufnahme des „a" einer Männerstimme in „Vater".

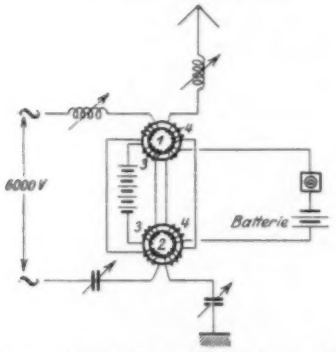

Fig. 6. Zur Verstärkung der Sendeenergie: Erzeugung von sehr kräftigen Oberschwingungen der ursprünglichen Frequenz (Verdopplung).

als 12 verschiedenen Tönen, d. h. erst mit 12 verschiedenen Pfeifen gelingt es, den Vokal richtig nachzuahmen. Würde das Mikrophon nur *einige* von den 12 Tönen wiedergeben, könnte man wohl vielleicht noch den Vokal, aber nicht mehr die Stimme erkennen; Fig. 4 zeigt eine oszillographische Aufnahme dieses „a".

All den hier auftretenden feinen Schwankungen folgt der Widerstand des Mikrophons beim Besprechen und dadurch auch der Strom der Antenne, die ausgestrahlte Energie, der Strom in einer entfernten Empfangsantenne und natürlich ebenso der über einen Detektor gleichgerichtete Wechselstrom im Hörer des Teilnehmers. Während bei der normalen Telephonie durch die langen Leitungen Verzerrungen hineingebracht werden, ist die Hochfrequenzsprache ganz frei davon und rein. — Die Anordnung der Fig. 3 zeigte vor allem den Mangel, daß das Mikrophon nicht ausreichte. Bei der Strahlungstelephonie breitet sich ja die Sendeenergie von der Antenne nach allen Richtungen im Raume aus, zerstreut sich nach allen Richtungen wie das Licht einer Lampe. Man benötigt dementsprechend im Energiezentrum große Energien und kann nicht mehr, wie bei der gewöhnlichen Telephonie, mit $^1/_{10}$ bis $^2/_{10}$ Watt für die Übertragung auskommen. Das Mikrophon verträgt aber nur ganz schwache Ströme, höchstens $^8/_{10}$ bis $^1/_{10}$ Amp. Bei höherer Belastung erhitzen sich die Körner und backen zusammen. Man versuchte zunächst, viele Mikrophone parallel zu schalten, die gemeinsam besprochen wurden (Fig. 5).

Zu jedem Mikrophon führt vom Sprechtrichter

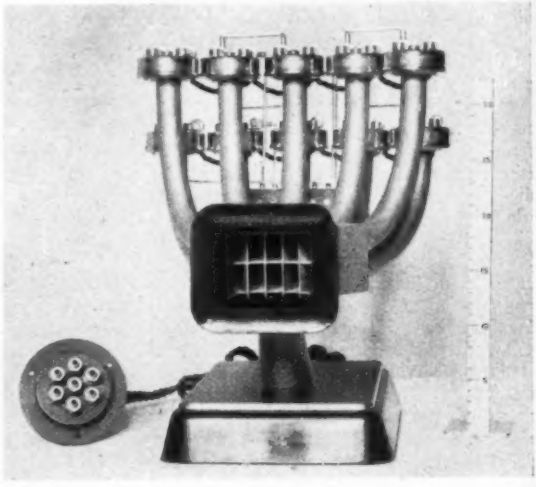

Fig. 5. Zur Verstärkung der Sendeenergie: „Starkstrommikrophon" in Gestalt von 10 parallel geschalteten Mikrophonen.

eine Röhrenleitung. Die Mikrophone liegen alle horizontal. Auf mehr als 10 Mikrophone läßt sich aber die Sprechenergie auch nicht verteilen. Eine Lösung konnte hier nur in der Art gefunden werden, daß die Sprache verstärkt, relaisartig auf die Hochfrequenzströme einwirkt. Eine ideale Anordnung ergab sich seinerzeit aus der Entwicklung der nach dem Verdopplerprinzip arbeitenden Hochfrequenzmaschinen. Hier werden die größten Wechselstromenergien mittels gleichstrom-magnetisierter Eisenkerne erzeugt und durch den erzeugenden Gleichstrom leicht gesteuert.

Fig. 6 zeigt die Verdopplungsanordnung von Telefunken. Den Kernen 1 und 2 wird ein Wechselstrom von irgendeiner Frequenz (z. B. $n = 6000$ Perioden p. Sek.) zugeführt. Läßt man durch die Wicklung 3 gleichzeitig Gleichstrom fließen, der eine fast ebenso große Sättigung im Eisen erregt wie der Wechselstrom, so entsteht

eine sehr heftige Verzerrung des Feldes im Kern und damit auch eine vollkommene Verzerrung der Kurvenform des Wechselstromes. Bringt man auf jedem Kern noch eine dritte Wicklung an (4, hier gleichzeitig in der Antenne liegend) und schaltet die Wicklungen auf beiden Kernen im entgegengesetzten Sinne, so ist durch die Gegenschaltung der Wicklungen verhindert, daß die ursprüngliche Frequenz übertragen wird. Dagegen können die hier sehr kräftig entwickelten *Oberschwingungen* der ursprünglichen Frequenz übertragen werden und es ergibt sich, daß bei der Schaltung nach Fig. 6 am besten die doppelte Frequenz aus der verzerrten Kurvenform herausgeholt werden kann, und zwar mit einem ausgezeichneten Wirkungsgrad — wir verlieren kaum 10 % unserer ursprünglichen Energie. Das Verfahren kann mehrfach hintereinander angewendet werden, bis die für die Strahlungswirkung in der Antenne notwendigen hohen Frequenzen erreicht sind. Es zeigt sich nun, daß man bei diesem Umformungsprozeß

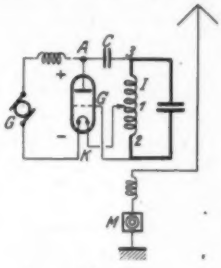

Fig. 7.

für ganz große Wechselstromenergien nur sehr geringe Gleichstromenergien benötigt, und daß geringe Änderungen des Gleichstromes schon starke Änderungen der umgeformten Energien bzw. des Antennenstromes hervorrufen. Führt man dementsprechend durch diese Steuergleichstromwicklungen von einem Mikrophon erzeugte Sprechwechselströme, so kann man ohne weiteres im Rhythmus der Sprache den Antennenstrom beeinflussen. In der Fig. 6 sind die vom Mikrophon kommenden Sprechströme durch eine gesonderte Zusatzwicklung (4) geführt. Es werden also nicht die ganzen für die Umformung erforderlichen Gleichstromwicklungen für die Telephonie ausgenützt, sondern nur ein Teil. — Mit einer solchen Anordnung gelang es schon 1912/1913, mit 5 kW Antennenenergie von Nauen aus zeitweilig mehr als 1000 km telephonisch zu überbrücken. Bei den neuen großen Anlagen für 100 bis 400 MK wird vielfach die Funktion der Energieerzeugung und der Energiebeeinflussung, welche hier von denselben Eisenkernen ausgeführt wird, getrennt, d. h. neben den der Energieumformung dienenden Verdopplungskernen wird noch ein gesondertes, ebenso wie Fig. 6 gebautes Kernsystem in oder an den Antennenkreis gelegt, welches die Sprachbeeinflussung übernimmt. Ebenso wie oben wird die Sättigung und damit die Selbstinduktion dieser Kerne durch den Gleichstrom bzw. die Sprachwechselströme relaisartig verändert. Es wird dadurch die Antenne gegen die zugeführte Frequenz aus der Resonanzabstimmung gebracht, so daß der Antennenstrom und damit Strahlung nach außen schwankt. — Die Sprachenergie eines Mikrophons genügt freilich hier auch noch nicht, sondern der Mikrophonstrom wird durch Kathodenröhrenverstärker auf das 100- bis 1000fache verstärkt und dann erst dem Eisenkern zugeführt. Nach diesem Verfahren werden in Nauen in Kürze regelmäßig täglich alle Pressenachrichten für ganz Deutschland telephonisch gegeben.

Einen ganz gewaltigen Aufschwung nahm die drahtlose Telephonie durch die *Einführung des Telefunkenröhrensenders* (April 1913). Die durch den Röhrensender erzeugten Hochfrequenzströme zeichnen sich durch eine früher nicht geahnte Konstanz in Amplitude und Frequenz

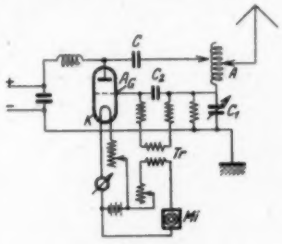

Fig. 8.

Erzeugung von Schwingungen mit Hilfe der Verstärkerröhre.

aus. Die Erzeugung der Schwingungen und ihre Beeinflussung durch die Sprache ist hier mit den einfachsten Mitteln möglich, und von den kleineren Energien bis etwa 5 kW ist der Röhrensender eine geradezu ideale Lösung für die Telephonie. Es gelang schon Mitte 1913 mit einem kleinen 10-W-Röhrensender über mehr als 30 km sich telephonisch zu verständigen. Fig. 7 zeigt die älteste Anordnung.

G ist die Energiequelle, eine Gleichstrommaschine, z. B. für 1000 V, *K* die Kathode der Hochvakuumröhre, ein Glühfaden, *G* das Steuergitter, *A* das Anodenblech, am + Pol der Spannung liegend. Die Schwingungserzeugung beruht hier darauf, daß mit dem Schwingungskreis I der Anodenkreis einer Verstärkerröhre *A C* 3/*K* sowie der Gitterkreis *G* 2 1 *K* gekoppelt ist. Im Schwingungskreis I schaukelt sich die Energie auf; ein Teil der Energie des Kreises I wird an den Gitterkreis zurückgeführt — Rückkopplung —, der Anodenkreis dagegen gibt die volle Energie der Röhre an I ab. Der Erzeugerkreis ist wieder, wie bei Schaltung Fig. 3, induktiv mit der Antenne gekoppelt. Das Mikrophon liegt in der Antenne und verändert den Antennenwiderstand. Bei den neueren Schaltungen

wird der Wechselstrom des Mikrophons der Spannung des Gitters oder der Anodenspannung zusätzlich hinzugefügt. Fig. 8 zeigt eine solche Schaltung für Gittersprechen, wie sie vielfach für kleinere Energien Verwendung findet. Das Gitter bekommt hier nicht, wie in der vorhergehenden Figur von einer Selbstinduktion 1,2, sondern von einem Kondensator C_1 die für das Arbeiten der Röhre erforderliche Hochfrequenz, andererseits wird dem Gitter eine Sprachwechselspannung zugeführt, und zwar in der Art, daß sie mit der am Kondensator C_1 liegenden Hochfrequenzspannung in Serie geschaltet ist. Es wird in die Gitterleitung der Kondensator C_2 geschaltet, an welchem die beim Sprechen vom Mikrophon und der Batterie B erzeugten Wechselspannungen liegen. Sie werden vom Mikrophonkreis durch den Transformator Tr übertragen. Das Gitter ist so gezwungen, gleichzeitig die Amplituden des Hochfrequenzstromes wie die des Niederfrequenzstromes mitzumachen, so daß entsprechend der zusätzlichen Sprechspannung am Gitter mehr oder weniger Schwingungsenergie erzeugt wird.

Ein großer Vorzug dieser Röhrensender ist ihre große Anpassungsfähigkeit. Für kleinere Energien verwendet man *eine* Röhre (für 10 Watt bis 2 kW Schwingungsleistung). Für große Energien werden viele Röhren parallel geschaltet. Man ist in dieser Beziehung bei Telephonieversuchen von Amerika nach Paris auf 300 parallelgeschaltete Röhren gegangen, die gleichzeitig von der Sprache beeinflußt werden! Dann ist freilich wieder die Sprachenergie eines Mikrophons nicht mehr ausreichend. Die Sprache muß durch mehrere Vorröhren verstärkt werden, bzw. baut man den Sender dann vielfach so, daß man in einem kleinen Röhrensender von der Sprache beeinflußte Hochfrequenz erzeugt, d. h. man nimmt einen Telephoniesender für ganz kleine Energie, und dieser wirkt auf *Starkstromhochfrequenzverstärkerröhren*, die dann die Energie des kleinen Senders 10- bis 100fach verstärkt auf die Antenne übertragen.

Wir sehen also immer wieder, daß bei allen unseren Telephonieanordnungen die Starkstromkathodenröhre die Lösung, und zwar eine ideale Lösung des Starkstrommikrophons bedeutet. Nur durch Sprachverstärkung mit Kathodenröhren ist es möglich geworden, selbst ganz schwache, von irgendeinem Teilnehmer eines Fernsprechnetzes kommende Sprechströme so zu verstärken, daß sie den stärksten drahtlosen Sender beeinflussen und 100- bis 10 000mal verstärkt ausgestrahlt werden. Es könnte heute schon von jedem beliebigen Telephonanschluß aus mit einem mehrere 100 km von Deutschlands Küsten entfernten Schiffe, vorausgesetzt, dasselbe hat einen entsprechenden Sender, zuerst über Draht und dann drahtlos telephoniert werden. Für den Teilnehmer wickelt sich dabei das Gespräch genau so ab wie im normalen Fernverkehr. Denn auch für die drahtlosen Teile der Verbindung läßt sich das einfache gleichzeitige Sprechen und Hören, Gegensprechen, ohne weiteres erreichen. Freilich ist der Aufwand an technischen Mitteln etwas größer. Fig. 9 zeigt das Prinzip einer Gegensprechanordnung für eine größere Sendeanlage.

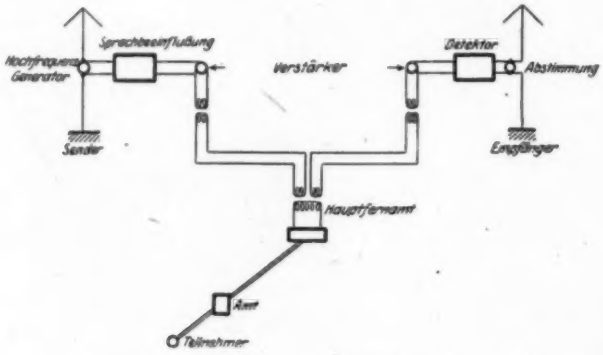

Fig. 9. Prinzip einer Gegensprechanordnung.

Hier haben wir, damit der eigene Sender nicht auf den eigenen Empfänger wirkt und den Empfänger durch seine großen Energien totmacht, getrennte Sende- und Empfangsantennen in 1 bis 10 km Entfernung voneinander. Die Wellen für Senden und Empfangen sind voneinander 5 bis 20 % verschieden. Das Gespräch des Teilnehmers geht über das Amt zum Fernamt; hier wird einerseits die abgehende Sprache durch Transformation der Sendestelle zugeführt, andererseits die vom Empfänger ankommende Sprache auf den Teilnehmer geschaltet. Am Sender wird die ausgehende Sprache über eine mehrfache Verstärkung geführt, am Empfänger die ankommende. Der Teilnehmer hat nichts zu

tun mit irgendwelchen, durch die drahtlose Übertragung bedingten Maßnahmen. Die ganze, Sachkenntnis erfordernde Bedienung ist konzentriert an die Sende- und Empfangsstelle. — Bei kleineren Sendeanlagen (bis 1 kW) ist die Einwirkung des Senders auf den Empfänger geringer, es läßt sich dann der Sender- und der Empfangsapparat an dieselbe Antenne legen und trotzdem der Sendestrom vom Empfänger fernhalten.

Fig. 10 zeigt einen ganz kleinen 10-Watt-Sender zum Gegensprechen. Links die 600-V-Maschine, die Energiequelle für den Röhrensender, in der Mitte der Sender und Empfänger zusammengebaut, oben auf dem Apparat der Hörer zum Abnehmen beim Gespräch, wie bei der normalen Telephonie, rechts die Batterie für die Heizung der Röhren. Mit einem solchen kleinen Sender wurden im September 1919 Reichweitenversuche zwischen dem Luftschiff Bodensee und einer gleichen Bodenstation in

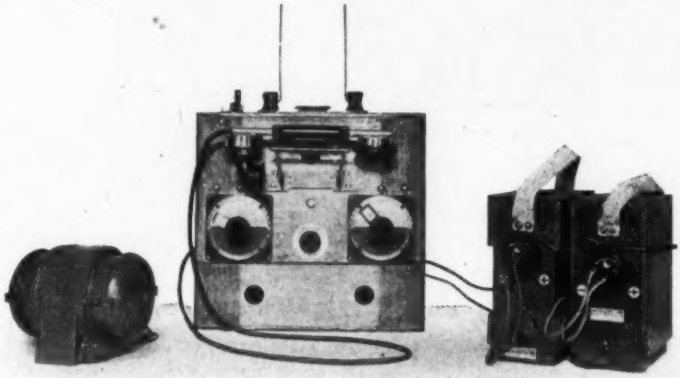

Fig. 10. Kleiner Sender (10 Watt) zum drahtlosen Gegensprechen.

Nürnberg durchgeführt. Es konnte über mehr als 150 km einwandfrei gesprochen werden.

So sind jetzt in der Hauptsache durch die Kathodenröhren alle technischen Aufgaben der drahtlosen Telephonie fast restlos gelöst, und doch hat die drahtlose Telephonie keine allzu großen Anwendungsmöglichkeiten. Die drahtlose Telegraphie ist ihr zu sehr überlegen in bezug auf die bei der drahtlosen Telegraphie verwendeten Empfangsmittel, vor allem das Empfangsverfahren mit Hilfsgenerator nach der Interferenzmethode. Wir können infolgedessen bei der Telephonie bei gleicher Sendeenergie höchstens mit $^1/_3$—$^1/_4$ der Reichweite rechnen wie bei der Telegraphie, und wir haben dabei lange nicht die Störungsfreiheit, so daß also ein größeres drahtloses Telephonnetz den heftigsten gegenseitigen Störungen ausgesetzt wäre und z. B. in Deutschland das jetzt bestehende Postnetz für Telegraphie gleichzeitig mit einem ebensolchen Netz für Telephonie kaum nebeneinander bestehen könnten. Nur eine sehr gute Organisation könnte diese gegenseitigen Störungen einschränken. Es sind vorläufig in Deutschland nur wenige drahtlose telephonische Verbindungen geplant. Das Hauptanwendungsgebiet wird in Kürze die telephonische drahtlose Pressenachrichtenübermittlung von einer Zentralstelle aus für ganz Deutschland sein. Sonst werden wohl nur für Schiffe und Flugzeuge die Telephonieanlagen Verwendung finden, und zwar hier hauptsächlich kleine Anlagen für kleine Entfernungen, für den Landungs- und Küstenverkehr.

Ein Traum der nächsten Zukunft ist die Transozeantelephonie. Ihre Verwirklichung ist wohl nur die Frage von Monaten. Ob sie aber auch praktische Bedeutung haben wird, ist zweifelhaft.

Ein sehr aussichtsreiches neues Gebiet hat sich in den letzten Jahren dem Techniker der drahtlosen Telephonie eröffnet in der *Hochfrequenztelephonie längs Leitungen*. Es zeigte sich, daß man bei der Anwendung der in der drahtlosen Telephonie entwickelten Röhrensender auf einer normalen Fernsprechleitung neben dem normalen Ferngespräch noch eine ganze Reihe von Gesprächen gleichzeitig führen kann, ähnlich wie ja in der drahtlosen Telephonie auch durch Wahl immer anderer Wellenlängen eine große Zahl von Gesprächen gleichzeitig geführt werden kann. In beiden Fällen haben wir es ja mit Hochfrequenzwechselströmen zu tun, und bei Hochfrequenz ist es immer leicht, durch Resonanzkreise verschiedene in einem Leitungsgebilde gleichzeitig vorhandene Wechselströme und damit die einzelnen Gespräche zu trennen. Die ganze Mehrfachtelephonie beruht also hier darauf, daß man auf einen Hochfrequenzstrom in der Leitung spricht statt auf Gleichstrom. *Einen* Mangel hat freilich die Hochfrequenztelephonie, daß die Hochfrequenzströme eine ganz erheblich größere Schwächung

erfahren als die normalen Telephonströme. Die Leitung bedeutet hier zwar für den Sprechsender nur einen Widerstand von etwa 600 Ohm, aber an der Empfangsstelle kommt nur ein geringer Bruchteil, $^1/_{100}$ bis $^1/_{10\,000}$ des Sendestromes an. Dementsprechend braucht man, während für die normale Telephonie zum Sprechen nur $^1/_{10}$ bis $^2/_{10}$ Watt nötig sind, bei der Hochfrequenztelephonie 1—8 Watt für Entfernungen von 700 bis 1000 km. Ganz besonders schlecht sind die Frequenzen dran, welche wir sonst bei den kleinen Sendern der mit Strahlung arbeitenden drahtlosen Telephonie verwenden. Bei einem Wechselstrom von einer Million Schwingungen in 1″ ist der Strom auf einer Leitung schon nach wenigen Kilometern vollkommen absorbiert. Es können eigentlich nur Schwingungen langsamer als 100 000 pro Sekunde verwendet werden. Aber auch hier sind die Unterschiede zwischen den schnelleren und langsameren Periodenzahlen noch sehr groß; 30 000 Perioden geben z. B. ungefähr die doppelte Reichweite wie 100 000 Perioden. Für Kabel eignen sich die höchsten Frequenzen noch weniger als für Freileitungen. Im Kabel liegen die zwei Leitungen ganz dicht aneinander und bilden gegeneinander eine große Kapazität, die die hohe Frequenz kurzschließt. Wie ungünstig hier das Kabel ist, zeigt Tabelle 1. Hier bedeutet βl den Schwächungsgrad in der Formel:

$$J = J_0\, e^{-\beta l},$$

in der J_0 der Strom am Anfang, J der Strom am Ende ist, l ist die Länge der Leitung $e = 2{,}37$. Man sieht aus der Tabelle: der Schwächungsgrad β ist im Kabel 15—20mal so groß, d. h. der Empfangsstrom ist beim Kabel etwa 1000mal so schwach. Die Hochfrequenztelephonie längs der Freileitung ist freilich auch wieder selbst bei einer Welle von 15 000 km mindestens 10mal mehr geschwächt als die normale Telephonie auf derselben Leitung.

Tabelle 1.

	$\lambda = 30\,000$	$\lambda = 15\,000$
β Kabel	0,5	0,2
β Freileitung	0,03	0,01
β Normale Telephonie (Freileitung)	0,003	

Die Arbeitsweise einer Anlage für Hochfrequenzgegensprechen ersieht man aus der Fig. 11. Auf beiden Seiten der Leitung sind je ein Sender mit der Welle λ_1 bzw. λ_2 und je ein Empfänger mit der Welle λ_2 bzw. λ_1 an die Leitung gelegt. Der Sender besteht aus dem Zwischenkreisröhrensender, wie in Fig. 6 beschrieben. Er ist induktiv gekoppelt mit der Leitung in der Art, daß in die Leitung eine Spule L_1 und ein Drehkondensator C_1 für die Abstimmung auf die Welle geschaltet wird. Die Empfangsanordnung ist ähnlich, es liegt ebenfalls eine Spule L_2 und ein Abstimmkondensator C_2 in der Leitung, hier abgestimmt auf die Empfangswelle λ_2, und induktiv mit dieser Spule ist ein Abstimmkreis bzw. mehrere abgestimmte Kreise gekoppelt zur Erreichung möglichster Selektion. Am letzten Kreis liegt ein Detektor bzw. ein Audion mit Telephon. Schwierigkeiten

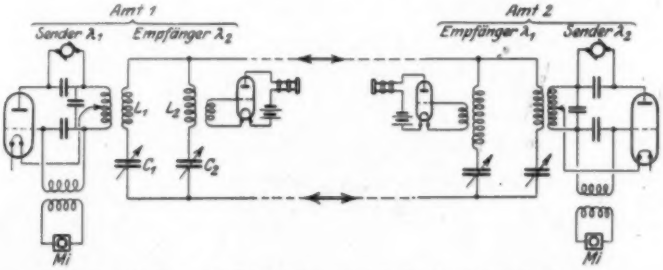

Fig. 11. Anlage für Hochfrequenztelephonie längs Leitungen.

macht hier nur die Verbindung des Senders und des Empfängers mit dem Teilnehmer, so daß wirklich einwandfreies Gegensprechen möglich ist. Würde man den Empfänger und Sender nach Fig. 12 mit dem Teilnehmer verbinden, d. h.

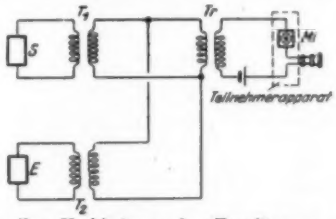

Fig. 12. Zur Verbindung des Empfängers und des Senders mit dem Teilnehmer.

würde die Sprache des Teilnehmers beim Sprechen über den Transformator T_1 gehen, und andererseits der Empfang von dem Transformator T_2 parallel zu dem Transformator T_1 über den gemeinsamen Transformator Tr dem Teilnehmer zugeführt werden, so würde ein dauerndes Hin- und Herlaufen einer einmaligen Erregung entstehen, da bei dieser Schaltung der Empfänger E nicht nur an den Teilnehmerapparat Nutzstrom abgibt, sondern auch wieder über den Transformator T_1 an den eigenen Sender und so diesen

mit der ankommenden Energie erregt; es würde dann aber die ankommende Sprache verstärkt wieder ausgesendet, käme an der zweiten Sprechstelle auch wieder auf den Sender zur Wirkung, und so wäre ein sich immer mehr steigernder Kreislauf der Energie über das Leitungssystem hergestellt. Durch eine solche Anordnung wird die Sprache vollkommen verzerrt und Eigentöne von irgendwelchen Teilen des Systems oder der Leitung werden dauernd erregt. — Es können hier nur solche Schaltungen verwendet werden, bei denen jede Einwirkung des Empfängers auf den eigenen Sender verhindert ist (s. Gegensprechschaltung *Gehrts*, „Die Naturwissenschaften S. 768, 1919). Man muß den Sender und Empfänger gewissermaßen nach Fig. 13 in

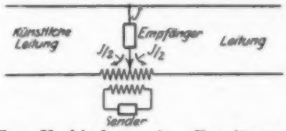

Fig. 13. Zur Verbindung des Empfängers und des Senders mit dem Teilnehmer.

eine Wheatstonesche Brücke legen. Rechts haben wir die Leitung, links ein künstliches Leitungsgebilde nachgebaut aus Spulen und Kondensatoren. Der Empfänger ist in der Mitte des Sendetransformators angeschlossen. Die Hälfte des Empfangsstromes J geht durch je eine Hälfte des Sendetransformators hindurch, aber durch beide Hälften im entgegengesetzten Sinne, so daß sich die Wirkungen auf den Sender vollkommen aufheben. Es verteilt sich hier sowohl der Sendestrom, wie der Empfangstrom zu gleichen Teilen auf die künstliche und natürliche Leitung, d. h. aber, daß Sendewirkung und Empfangswirkung beide im Verhältnis 1 : 2 reduziert werden. — Die neuen Apparate der Hochfrequenz-Mehrfachtelephonie sind in kaum einem Jahr in gemeinsamer Arbeit mit dem Telegraphentechnischen Reichsamt (Prof. *Wagner*) und der Firma Telefunken entwickelt worden und haben in dieser kurzen Zeit schon solche Durchbildung erfahren, daß ein eigenes Fernamt in Berlin mit den neuen Apparaten ausgerüstet wird. Heute bestehen schon Verbindungen nach Stralsund, Hannover und Frankfurt a. M. und eine ganze Reihe weiterer Linien ist im Ausbau. Die Niederfrequenzgespräche sind dadurch in keiner Weise behindert.

Bei der Unmöglichkeit, zwischen unseren deutschen Großstädten in der jetzigen Zeit neue Kupferleitungen zu verlegen, dürfte in den nächsten Jahren die einzige Rettung gegen die Überlastung des deutschen Fernsprechnetzes die Hochfrequenz-Mehrfachtelephonie sein.

J. J. Balmer und W. Ritz.

Von A. Hagenbach, Basel.

Durch die Schriftleitung der „Naturwissenschaften“ bin ich aufgefordert worden, über zwei Schweizer Physiker, *J. Balmer* und *W. Ritz*, die in der gegenwärtigen physikalischen Literatur wegen ihrer bahnbrechenden Arbeiten auf spektroskopischem Gebiet sehr viel genannt werden und dadurch für die moderne Atomphysik von großer Bedeutung geworden sind, eine Notiz über deren Leben und Wirken zu verfassen. Ich bin dieser Aufforderung gerne gefolgt, einerseits weil ich beide Forscher noch persönlich gekannt habe und andererseits, da mir hier das Material dazu am ehesten zur Verfügung stand.

Aus meiner Jugendzeit erinnere ich mich noch, daß *Balmer* öfters meinen Vater zur Besprechung wissenschaftlicher Fragen besuchte, und mit *Ritz* bin ich noch in Bonn im physikalischen Institut zusammengewesen und habe ihn später in Zürich häufiger gesehen. *Ritz* ist zwar der heutigen älteren physikalischen Welt noch vielfach in Erinnerung, während sich über *Balmer*, der nur wenig mit physikalischen Kreisen verkehrte, in der Literatur nur dürftige, z. T. unrichtige und ungenaue Angaben vorfinden. *P. Weiß* hat in den „Gesammelten Werken *Walter Ritz*', herausgegeben von der schweizerischen physikalischen Gesellschaft (Paris, Gauthier-Villars, 1911)“, eine Lebensbeschreibung *Ritzens* gegeben. Da aber dieses Werk in einer relativ kleinen Auflage erschienen ist, dürfte es erlaubt sein, auch über *Ritz* die Hauptdaten seines Lebens zu wiederholen. Zum Schluß lasse ich noch ein Verzeichnis der Publikationen *Balmers* folgen, da man vielleicht auch daraus seine geistige Tätigkeit erkennen kann. Die Arbeiten von *Ritz* aufzuzählen, halte ich für überflüssig, da sie in den Gesammelten Werken in extenso zum Abdruck gekommen sind.

Ich benutze gerne die Gelegenheit, den Verwandten *Balmers* den Dank auszusprechen, daß sie mir den ganzen Nachlaß zur Verfügung gestellt haben.

Johann Jakob Balmer ist geboren am 1. Mai 1825 in Lausen, Kanton Baselland, als ältester Sohn des Oberrichters *J. J. Balmer-Rolle*. Seine erste Schulbildung genoß er in Lausen, dann besuchte er die Bezirksschule in Liestal und durchlief darauf das Pädagogium in Basel, wo er schon eine ausgesprochene Neigung für Mathematik bekundete und sich an seinen Mathematiklehrer *Eckert* eng anschloß. Seine Studien betrieb er in Karlsruhe und Berlin, wo *Schelling* und *Diesterweg* einen nachhaltigen Eindruck auf ihn ausübten. Er promovierte in Basel 1869 ohne mündliche Prüfung mit einer Arbeit „Über die Cykloiden“.

Nachdem er dann einige Zeit seinen Lehrer *Eckert* vertreten hatte, bewarb er sich für eine freigewordene Stelle an der Töchterschule mit Erfolg und lehrte daran mit vollem Pensum bis in sein hohes Alter.

In seiner 30jährigen Ehe hatte er das Glück, 6 Kinder aufzuziehen. 1865 habilitierte er sich an der Universität Basel für deskriptive Geome-

trie mit einer Habilitationsschrift „Des Propheten Ezechiel Gesicht vom Tempel, übersichtlich dargestellt und architektonisch erläutert". Vom folgenden Jahre an las er abwechselnd über darstellende Geometrie, graphische Darstellung der höheren Geometrie, über die älteren Bauwerke des alten Jerusalem für Theologen, perspektive Schattenlehre, orthographische und perspektive Darstellung von Kristallformen des regulären Systems, Cykloiden, ihre Eigenschaften und graphische Konstruktion, u. a. m. 1890 trat er als Dozent zurück. Er starb 1898 in Basel.

Balmer besaß einen ausgesprochenen Sinn für Geometrie, für Symmetrie und Perspektive, und zwar nicht nur in theoretischer Hinsicht, sondern

J. J. Balmer.

auch in bautechnischen Problemen. Für letzteres zeugt seine Habilitationsschrift, in der er die Konstruktion des Tempels nach den biblischen Angaben in Wort und Bild zusammenstellte. Er verstand es auch, in überzeugender Weise für die Erhaltung alter wertvoller Bauwerke einzutreten. So schrieb er 1882 interessante Zeitungsartikel, in denen er für die Erhaltung der Barfüßerkirche in Basel warm eintrat. Er führte aus, wie in diesem historisch und architektonisch interessanten Bau geometrische Zahlenverhältnisse die Abmessungen des Gebäudes bestimmen und mit tief durchdachter Symbolik verbunden sind, die bis auf den Salomonischen Tempelbau zurückgehen — wie übrigens auch beim Kölner Dom und andern Bauten festgestellt ist.

Nicht nur mit antiken, auch mit modernen Bauten gab er sich ab. Als in Basel Mitte der siebziger Jahre die zweite Rheinbrücke erstellt werden sollte, arbeitete *Balmer* ein Projekt aus, das er im Großen Rat und öffentlich klarlegte und gegen Angriffe mit Erfolg verteidigte. Er verstand eben seine Geometrie nicht nur auf dem Papier, sondern auch in der technischen Anwendung. Die Freude an Architektur und an Kunst, an Musik und Literatur, überhaupt den Sinn für Schönes und Ideales hatte er von der Mutter geerbt. Auch von seiner Dichtkunst legte er häufig Proben ab.

Er fand auch Zeit, sich um das Volkswohl zu kümmern, wie aus seiner Schrift „Über die Gesundheit" hervorgeht. Nicht nur in dieser, sondern aus fast allen seinen Schriften und Vorträgen spricht ein tiefes religiöses Empfinden. Vor mir liegen eine Reihe von ungedruckten Vorträgen über *Kopernikus*, *Kepler*, *Newton*, über Naturforschung und Offenbarung; alle enthalten zum Schluß Betrachtungen über die Allmacht Gottes.

Vorträge über das antike Wohnhaus gaben ihm Gelegenheit, die Wohnungen der Arbeiter zu studieren, und im Auftrag einer Gesellschaft gab er eine Schrift über Arbeiterwohnungen mit vielen brauchbaren Vorschlägen heraus.

In seinen Kunstnotizen finden sich Tafeln über Farbenverwandtschaft, über Symbolik der Zahlen bei heidnischen und christlichen Völkern, alles sucht er durch Zahlen und Proportionen zu fassen, wobei auch gelegentlich mystische Betrachtungen mit unterlaufen.

Sein eigentliches Fach aber war die projektive Geometrie. Von seiner fabelhaften Präzision im Zeichnen zeugt eine Sammlung aus Zeichnungen von Kristallformen für stereoskopische Betrachtung ausgeführt, die er seinerzeit der physikalischen Sammlung der Universität Basel schenkte.

Für *Balmer* war die ganze Welt, Natur und Kunst, eine große einheitliche Harmonie und sein Lebensbedürfnis war es, die harmonischen Beziehungen zahlenmäßig zu erfassen. In der Architektur verglich er stets die Größenverhältnisse miteinander und suchte nach harmonischen Beziehungen, um das Künstlerische, das, was ihn bei der Betrachtung und Beobachtung der Architektur erfreute, zahlenmäßig festzulegen.

So stand er auch der physikalischen Welt gegenüber, und er wird wohl das Wasserstoffspektrum als ein Bild des wunderbaren Baus des Wasserstoffatoms angesehen und nach den harmonischen Beziehungen der davon emittierten Schwingungen gesucht haben.

Mein Vater *Ed. Hagenbach* erzählte mir gelegentlich, daß *Balmer*, der ihn zur Besprechung von wissenschaftlichen Problemen oder von Schulfragen häufiger besuchte, eines Tages mit den Anfängen der Spektralformel der Wasserstoffserie zu ihm kam. Er teilte ihm mit, daß er drei Linien des Wasserstoffs H_α, H_β und H_γ durch echte Brüche darstellen könne. Bald gelang es auch mit der vierten H_δ-Linie, und er brachte ihm das nächstemal die Formel $\lambda = h \frac{m^2}{m^2 - 9^2}$, in der h eine Konstante, λ die

Wellenlänge und m die Zahlen 3, 4, 5, 6 für die 4 Linien bedeuten. Damit war die erste spektroskopische *Serie* entdeckt. *Hagenbach* machte ihn dann auf die von *Vogel* und *Huggins* gemessenen weiteren Wasserstofflinien der weißen Sternspektren aufmerksam, und sofort zeigte sich die Brauchbarkeit der obigen Balmerschen Formel für die weiteren Zahlen bis zu $m = 11$. Im Einverständnis von *Balmer* berichtete *Hagenbach* in der Basler Naturforschenden Gesellschaft darüber im April 1884.

Dabei wird schon ganz klar auseinandergesetzt, daß die Formel $\lambda = h\frac{m^2}{m^2 - n^2}$ oder in der heutigen Schreibweise $\nu = \frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right)$ (ν Schwingungszahl, R Rydberg-Ritzsche Konstante) nur zwei ganze Zahlen m und n enthalte; in der Tat ist das ja der Kernpunkt der Serien. Er rechnet die Serien für $n = 1$ und $n = 2$ aus. Die erste dieser Serien war damals allerdings noch nicht bekannt, aber doch schon von *Balmer* vermutet.

Er erkannte auch die Bedeutung der in der Gleichung enthaltenen Konstanten h als die Seriengrenze und bemerkte, daß dies der Anknüpfungspunkt für theoretische Betrachtungen werden würde. Ich zitiere aus seiner ersten Abhandlung den Schlußsatz, der deutlich zeigt, daß er die Bedeutung seiner Formel ahnen mochte: „Der gemeinschaftliche Faktor ist $h = 3645{,}6\ \frac{\text{mm}}{10^7}$. Man könnte diese Zahl die Grundzahl des Wasserstoffs nennen, und wenn es gelingen sollte, auch für andere Elemente die entsprechenden Grundzahlen ihrer Spektrallinien zu finden, so wäre die Vermutung gestattet, daß zwischen diesen Grundzahlen und den entsprechenden Atomgewichten bestimmte wieder durch irgendeine Funktion ausdrückbare Beziehungen stattfinden."

Kayser und *Runge*, dann *Rydberg* und *Ritz* sind diejenigen gewesen, die diesen Grundgedanken aufgenommen haben, und letztere beiden haben es klargestellt, daß der Konstanten ein universeller Charakter zukommt.

Um die Formel auch auf weitere Spektren ausdehnen zu können, mußten die bis dahin nur oberflächlich bekannten Spektren neu experimentell aufgenommen und mit großer Genauigkeit ausgemessen werden. So hat *Balmers* Gedanke ungeheure Anregung zu vielen experimentellen Untersuchungen gegeben. Die entdeckten Serien zunächst bei den Alkalien waren aber etwas anders geartet wie die Wasserstoffserie und die Formel mußte abgeändert werden. Auch *Balmer* hat sich später bei der Anwendung der erweiterten Formel auf die Serien des Heliums an der Diskussion beteiligt.

Bei den Versuchen, die Formel zu verallgemeinern, trat immer mehr das Verlangen in den Vordergrund, durch theoretische Betrachtungen ein Atommodell aufzustellen, das die Emission der Spektralserien verständlich machte, und da die Wasserstoffserie mit ganz ungewohnter Genauigkeit durch das Balmersche Gesetz dargestellt wird, so mußte es gerade über die Möglichkeit der theoretischen Grundlagen der Atommodelle die Probe liefern. Als die wichtigste Stütze des Bohrschen Atommodells gilt mit Recht die Balmersche Formel.

Balmer war weder ein großer genialer Mathematiker noch ein feinsinniger Experimentator, er war viel eher eine Künstlernatur, ein Architekt und hat der Welt durch seine Betrachtungen einen großen Gedanken geschenkt, dessen Inhalt in seiner einfachen Formel gefaßt ist. Aus welchen Spekulationen ein großer Gedanke entsteht, ob aus schwierigen mathematischen Betrachtungen, ob aus experimentellen Untersuchungen oder einfachen geometrischen Gesichtspunkten, ist meines Erachtens gleichgültig. Wenn die Nachwelt bei der Verfolgung dieses Gedankens weitere Erkenntnis gewinnt, so darf sie des Schöpfers desselben dankbar gedenken.

Publikationen Balmers:

1868. Die Naturforschung und die moderne Weltanschauung, Detloff, Basel.
1884. Zur Projektion des Kreises, Buchdr. Fr. Bürgin, Programm der Töchterschule.
Notiz über die Spektrallinien des Wasserstoffs, Verhandl. Naturforsch. Ges. Basel 7, 548, 1884, und 7, 730, 1885, Ann. Phys. *26*, 80, 1885.
1886. (*E. Hagenbach-Bischoff*) Balmersche Formel für Wasserstofflinien, Verh. Naturf. Ges. Basel *8*, 242.
1887. Die freie Perspektive. Einfache und leichte Einführung in das perspektivische Zeichnen. Mit 30 Tafeln. Braunschweig, Fr. Vieweg.
1897. Eine neue Formel für Spektralwellen, Verh. Naturf. Ges. Basel *11*, 448; und Ann. Phys. *60*, 380.
1858. Des Propheten Ezechiel Gesicht vom Tempel, übersichtlich dargestellt und architektonisch erläutert (Habilitationsschrift), Ludwigsburg, Druck u. Verlag Ferd. Riehm.
1883. Die Wohnung des Arbeiters. Mit Rücksicht auf die neueren Bestrebungen zur Förderung des Wohls der Arbeiterfamilien, durch 22 Grundrisse ausgeführter Arbeiterhäuser erläutert. Im Auftrag der Gesellschaft des Guten und Gemeinnützigen. Basel, Detloff.
1885. Die Gesundheit, ein Wort an Gesunde und Kranke. (Den Arbeiterfamilien gewidmet.) Basel, Druck u. Verlag Fr. Riehm.
1891. Gedanken über Stoff, Geist und Gott; Aphorismen, Basel, M. Werner-Riehm.

Walther Ritz war nur ein kurzes Leben beschieden, das aber an wissenschaftlichen Arbeiten unendlich reich war. Ein Leben von nur 31 Jahren mit einer solchen Fülle von produktiver Arbeitskraft und das mit soviel Erfolg gekrönt ist, ist eine Seltenheit.

Als Sohn des Walliser Landschaftsmalers *Raphael Ritz* aus Sitten, der aus der Düsseldorfer Schule hervorgegangen war, ist *Walther Ritz* am 22. Februar 1878 geboren. Er besuchte zuerst das Lyzeum seiner Vaterstadt, kam 1897 auf das Züricher Polytechnikum, das ihn aber durch die technische Orientierung wenig befriedigte.

Eine Bergtour in seinen geliebten Alpen wurde ihm zum Schicksal. Eine kalte Nacht, die er im Freien zubringen mußte, warf ihn aufs Krankenbett. Eine Brustfellentzündung hinterließ eine Tuberkulose, die vielleicht schon in ihm schlummerte und ihn nicht mehr losließ.

Er hatte ein unstillbares Bedürfnis, sich wissenschaftlich zu betätigen, und der Drang nach Aufklärung und Forschung führte ihn an die größten Universitäten, wo er mit den Mathematikern und Physikern immer in engem Kontakt arbeitete. Eine gewisse Unruhe verursachte wohl seine Krankheit, denn er mochte doch immer die Hoffnung haben, daß ein neuer Aufenthaltsort ihm zuträglicher sei. 1901 ging er nach Göttin-

W. Ritz.

gen, wo er vorzugsweise bei *Voigt* und *Hilbert* studierte und den Doktorgrad erwarb. 1903 war er in Leyden bei *Lorentz*, dann bei *Kayser* in Bonn und im Herbst bei *Cotton* in Paris. Seine Gesundheit wurde immer prekärer und er suchte Erholung in St. Blasien, Rapallo, Mayens de Sion und in Nizza, doch schrieb er von da an einen Freund, daß er jetzt nur noch der wissenschaftlichen Arbeit leben wolle, um die kurze Zeit, die ihm noch vergönnt sei, auszunutzen. Er ging wieder zu seinem Freund *Paschen* nach Tübingen und dann nach Göttingen, wo er nur noch mit Mühe die Kraft zur Habilitation aufbrachte. Am 7. Juli 1909 erlöste ihn der Tod.

Ritz zeichnete sich aus durch ein besonders scharfes und klares Urteil. Sein kritisches Auge wußte immer zu erspähen, wo im Aufbau einer physikalischen Theorie das Fundament schwach war. Er erfaßte die Schwierigkeiten, die beim Vermischen verschiedener Theorien eintreten. Er war ein Denker, ein Theoretiker.

Experimentell zu arbeiten hatte er weder die physische Kraft noch die nötige Geduld. Ich erinnere mich aus Bonn, daß er einmal deprimiert und entsetzt war, als er nach 14 Tagen das gewünschte Resultat nicht erreichte. Er war der typische Theoretiker, der gerne alle mühsam experimentell errungenen Ergebnisse als etwas Selbstverständliches übernahm und daran seine theoretischen Betrachtungen anschloß.

Von seinen gewaltigen Leistungen möchte ich hier das herausgreifen, was in engem Zusammenhange mit *Balmers* Entdeckung steht und weshalb er wohl auch wissenschaftlich populär geworden ist, es sind das seine Arbeiten auf optisch-spektroskopischem Gebiet.

Der Versuch, das Balmersche Seriengesetz vom Wasserstoff auf ähnlich gestaltete Linienkombinationen (Serien) anderer Elemente zu übertragen, hat Schwierigkeiten ergeben, weil diese Serien eben anders geartet sind, und man half sich zunächst mit rein empirischen Gesetzen, die sich mehr oder weniger an *Balmers* Gleichung anlehnten.

Hier griff *Ritz* in die Diskussion geschickt ein mit seiner Dissertation: Zur Theorie der Serienspektren. Er begann damit aufmerksam zu machen, „daß die Eigenschwingungen eines Lichterregers durchaus andern Typus besitzen als die aus der Elektrodynamik, Elastizitätstheorie und Hydrodynamik bekannten Fälle von Eigenschwingungen". Die Serienspektren zeigen eine Häufungsstelle, das Serienende, nach dem hin die Linien immer näher zusammenrücken. Die Zahl der Linien ist eine unendliche, und das Serienende wird erst mit der Laufzahl m gleich *unendlich* in der Balmerschen Formel erreicht. Die Schwingungszahl des Serienendes ist aber *endlich*. Die Obertöne, um es akustisch auszudrücken, auch wenn es unendlich viele sind, gehen nicht über eine gewisse Grenze hinaus. Stellt man aber die Schwingungen einer Saite oder irgendeines Körpers als Funktion von ganzen Zahlen dar, so wachsen die Schwingungszahlen der Oberschwingungen ins *Unendliche*. *Ritz* gab sich von diesen Schwierigkeiten Rechenschaft. Er suchte sich eine Vorstellung vom Atombau zu machen, um diese sonderbaren Verhältnisse optischer Schwingungen verständlich machen zu können. Nach vielen Umwegen gelang es ihm durch Einführung magnetischer Atomfelder. Er nahm Linienmagnete im Atom, bestehend aus mehreren Elementarmagnetchen, an und bestimmte die Wechselwirkung zwischen Pol und schwingender Ladung des Elektrons. Er gelangte dabei zu einer Serienformel, die mit einer schon von *Rydberg* empirisch aufgestellten Formel im wesentlichen identisch war. Die Spektren der Alkalien konnten sehr genau und vollständig wiedergegeben werden. Die Balmersche Formel ergab sich als Spezialfall, der auf einen besonders einfachen Aufbau des Wasserstoffatoms schließen ließ.

Die Anschauungen *Ritzens* über den Atombau sind zwar durch das Bohrsche Atommodell überholt worden, nicht aber die Ergebnisse. Nach der heutigen Auffassung lassen sich gerade aus dem Bohrschen Atommodell die Ritzschen Serienformeln ableiten.

Wir verdanken *Ritz* aber noch ein weiteres sehr wichtiges spektroskopisches Gesetz, das er beim Studium der Spektren der Alkalien entdeckte. Die Seriengesetze verknüpfen die Linien einer Serie miteinander. Nun aber findet *Ritz*, daß zwischen den verschiedenen Serien eines Elementes einfache Beziehungen bestehen. Durch additive oder subtraktive Kombinationen, sei es der Serienformeln selbst, sei es der in dieselben eingehenden Konstanten, werden neue Formeln gebildet, die wieder Serien entsprechen.

Dieses sogenannte Kombinationsprinzip hat weitgehende Anwendung gefunden, es hat oft experimentell bekannte, aber sonst nicht untergebrachte Linien erklärt, und in andern Fällen ist es ein Leitmotiv geworden zum Auffinden neuer Serien. Beim Wasserstoffspektrum hat man z. B. aus den beiden bekannten Serien den Schluß gezogen, daß eine dritte Serie zu erwarten sei. Die Bestätigung folgte der Voraussage.

Außer den zahlreichen spektroskopischen Publikationen hat *Ritz* noch manche andere Probleme der theoretischen Physik bearbeitet, die hier nur dem Titel nach erwähnt sein mögen: neue Methode zur Lösung gewisser Variationsprobleme der theoretischen Physik, Theorie der Transversalschwingungen einer quadratischen Platte mit freien Rändern, kritische Bemerkungen über die allgemeine Elektrodynamik, über die Rolle des Äthers, über die Gravitation und über das Relativitätsprinzip in der Optik.

Alle Abhandlungen zeugen von einem so tiefen Verständnis und Erfassen der theoretischen Probleme, immer aber mit Rücksicht auf die experimentell gewonnenen Kenntnisse, wie es nur bei einem besonders begabten Gelehrten möglich ist.

In der historischen Entwicklung der Spektroskopie wird *Ritz* als derjenige gelten, der den fundamentalen Gedanken von *Balmer* am gründlichsten gefaßt, vertieft und weiter entwickelt hat. Deshalb werden die beiden Forscher auch heute so vielfach zusammen genannt, und dies möge es verständlich machen, daß hier die Beiden nebeneinander skizziert worden sind.

Besprechungen.

Grammel, Richard, Der Kreisel. Seine Theorie und seine Anwendungen. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1920. X, 350 S. und 131 Abbildungen. Preis M. 32,—.

Die Theorie des Kreisels hat seit ihrer Entstehung durch *Leonard Euler* eigentümliche Schicksale erlebt, Schicksale, die freilich überhaupt für die gesamte Entwicklung der Mechanik als Wissenschaft in mancher Hinsicht charakteristisch waren. Nachdem er in seiner klassischen Theoria motus corporum solidorum seu rigidorum 1765, fast 70 Jahre später *Poinsot* in seiner berühmten Théorie nouvelle de la rotation des corps die analytischen und geometrischen Werkzeuge für die unmittelbare Bearbeitung der Kreiselbewegung geschaffen hatten, traten diese einfachen, aber bedeutenden Hilfsmittel und ihre Ergebnisse ganz zurück gegen eine formale und abstrakte Richtung, die, von *Lagranges* Mécanique Analytique (1788) ausgehend, von den Mathematikern der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts beharrlich verfolgt wurde, deren Ausstrahlungen bis an die Jahrhundertwende heran fühlbar waren. Dadurch entfernte man sich immer mehr von dem naturwissenschaftlich-erkenntnistheoretischen Ziel, die wirkliche Bewegung zu durchschauen, um sich dem rein mathematischen zu nähern, der strengen Lösung des Kreiselproblems in analytischer Vollendung unter Beschränkung auf die Schwerkraft oder gar auf Kräftefreiheit. Man berauschte sich an der architektonischen Schönheit der fertigen Formelsysteme, ohne an ihre quantitative Ausbeute zu denken. Als aber von physikalischer Seite aus, in England namentlich durch Lord *Kelvin*, in Frankreich durch *Foucault*, in Deutschland durch *Helmholtz*, teils durch das Bedürfnis nach kinetischen Modellen für unsichtbare (atomare) physikalische Vorgänge, teils durch zähe Bemühungen, die dynamischen Eigenschaften des Kreisels für geophysikalische oder nautische Zwecke auszunutzen, das Interesse an einem mechanischen Verständnis der Kreiselerscheinungen wieder geweckt wurde, besann man sich, zuerst in England, dann aber bald auch in Deutschland, anfänglich mehr oder minder populär, später wissenschaftlich, auf die ursprünglichen, unvergänglichen Gedanken der klassischen Mechaniker, um konkretes Verständnis, Anschaulichkeit und Handlichkeit der Theorie gegenüber den hierin unfruchtbar gewordenen, rein mathematischen Bestrebungen wieder zu gewinnen. Ihren bedeutendsten Ausdruck haben jene wiedererwachten Ideen in der vierbändigen Monographie von *F. Klein* und *A. Sommerfeld* gefunden. Im Zeitraum von rund 15 Jahren (1895—1910) mit mehrfachen Unterbrechungen entstanden, trägt sie jedoch keinen ganz einheitlichen Charakter. Im Vorwort zum IV. Heft geben die Verfasser selbst zu: „Wenn wir von neuem den gesamten Stoff zu disponieren hätten, so würden wir wahrscheinlich die eigentliche Mechanik des Kreisels einschließlich ihrer Anwendungen auf einem viel kleineren Raum darstellen, unter Beschneidung der analytischen Seitenschößlinge, welche sich so gern von dem Stamme der Mechanik abzweigen. Mit dieser Darstellung würden wir uns an das große Publikum aller naturwissenschaftlichen und technischen Interessenten der Kreiseltheorie wenden."

Mir scheint, daß dieses schöne Programm, unbeschadet dem dauernden, hohen Werte des Klein-Sommerfeldschen Werkes, in dem vorliegenden Buche auf eine mustergültige Weise verwirklicht worden ist. In *einem* handlichen Bande von 350 Seiten sind Theorie und Anwendungen des Kreisels, mit vollem Bewußtsein im Geiste des (leider unvollendeten) Treatise on Natural Philosophy von *Thomson* (*Kelvin*) und *Tait* abgehandelt: Die qualitative Analyse des mechanischen Vorganges möglichst begrifflich ohne formale Rechnung, die quantitative Diskussion ohne mathematische Abschweifungen knapp und klar, jedoch „ohne irgendwo an Strenge nachzugeben". Besonders kennzeichnet diesen Standpunkt des Verfassers die folgende Stelle aus dem Vorwort: „Die Formel kann in der reinen Mathematik einen hohen Selbstzweck haben; in der Mechanik ist sie lediglich ein scharf geschliffenes

Werkzeug, und sie soll nie zum Automaten werden, der, taktmäßig ablaufend, am Schluß ein zwar vielleicht richtiges, aber schemenhaftes Ergebnis zum Vorschein bringt, welches dann erst wieder mit Fleisch und Blut gefüllt werden muß. Ganz abgesehen davon, daß die meisten Denkfehler in der Mechanik durch solchen Formalismus entstehen, ist der Erkenntnistrieb nur dann einigermaßen befriedigt, wenn jede Formel selber sagt, was sie bedeutet und warum sie da ist, wenn also in keinem Augenblick der Zusammenhang der Formel mit dem mechanischen Geschehen verloren geht." In den 10 Jahren seit dem Abschluß der Klein-Sommerfeldschen Monographie haben zudem die physikalischen, noch mehr die technischen Kreiselinstrumente in engem Zusammenhang mit der Theorie, aber auch dank der Geschicklichkeit ihrer Erfinder, einen so hohen Grad der Ausbildung erreicht, auch sind neue hinzugekommen, z. B. durch die Entwicklung der Flugtechnik, daß eine neue Darstellung schon aus diesem Grunde willkommen geheißen werden muß. Da *Grammel* taktvoll und ökonomisch diejenigen Probleme, die von *F. Klein* und *A. Sommerfeld* bereits ausführlich erledigt sind (wie z. B. die geophysikalischen und astronomischen Anwendungen), mehr zurücktreten läßt oder ganz übergeht zugunsten der neuen, so ergänzen sich beide Werke in glücklicher Weise.

Kennzeichnen wir kurz die Gliederung des Stoffes. Der erste Teil entwickelt die Theorie auf klassisch-mechanischer Grundlage. Die Sprache, in welcher der Verfasser sie uns lehrt, ist anschaulich und begrifflich gleich einfach und beredt, es ist die der *Vektoren*. An Hand der kinematischen Grundlagen werden die notwendigen Vektorsymbole und -operationen eingeführt und erläutert. Die Dynamik ist besonders eindrucksvoll durch die lebendige Auffassung des Bewegungsvorganges als das Ergebnis eines Kampfes zwischen der inneren Trägheit des Kreisels und den äußeren Kräften. Als Maß für die Trägheit dient der Impuls, als Systemgröße in der besonderen Gestalt des Drehimpulses oder, wie der Verfasser kürzer und treffend sagt, des Schwunges. Das wichtigste Gesetz, welches diesen Kampf beherrscht, die Beziehung zwischen der Änderung des Schwunges und dem Drehmoment der äußeren (besser eingeprägten) Kräfte (der Drehkraft), das träge Verhalten des „kräftefreien" Kreisels, d. h. sowohl die reguläre Präzession des symmetrischen, wie die sog. Poinsotbewegung des unsymmetrischen mit ihren kinematischen Bildern, die analytischen Folgerungen in Form der weiter viel benutzten Eulerschen Gleichungen werden im ersten Abschnitt gebracht. Im zweiten folgen die Führungsprobleme oder, wie der Verfasser sagt, „der Kreisel unter Zwang", d. h. teilweise zwangläufige Führung auf vorgeschriebener Bahn und ihre Dynamik als *Kreiselwirkung* in engerem Sinne. Im Mittelpunkt steht die „wichtigste Kreiselformel", der ursprünglich von *Klein-Sommerfeld* so bezeichnete Deviationswiderstand (Reaktion gegen die Führung) als Funktion der geometrischen und Trägheits„konstanten", seine natürliche Zerlegung in Schleudermoment und Kreiselmoment. Im dritten Abschnitt finden wir dann die Wirkung der Schwerkraft eingehend geschildert: die allgemeinen Sätze über den schweren symmetrischen Kreisel, die auf *Lagrange* und *Poisson* zurückgehen, das Wichtigste über den Spielkreisel, mit Einschaltung des störenden Einflusses der Lagerreibung, und beachtliche neue Ausführungen — Ergebnisse eigener Untersuchungen — über das schwierigste und daher noch wenig angebaute Gebiet des schweren unsymmetrischen Kreisels, soweit sie in den Rahmen des oben bezeichneten Programms hineingehören.

Noch größere Stoffülle enthält der zweite, deshalb auch umfänglichere Teil der Anwendungen. Hier paart sich vollkommene Beherrschung der theoretischen Methoden mit genauer und weitgehender Sachkenntnis auch in den technischen oder physikalischen Einzelheiten. Zum ersten Male ist eine systematische auf inneren Gründen beruhende Einteilung, wie ich meine mit gutem Erfolge, unternommen worden. Entweder sind in dem mechanischen System von vornherein rotierende Teile (Schwung-, Lauf- oder Kreiselräder) vorhanden, dann treten Kreiselwirkungen besonders merklich (die Aufgabe des Mechanismus hindernd oder fördernd) auf, wenn ihre Achsen irgendwelche Schwenkungen erfahren, wie etwa die Laufräder eines sog. Kollerganges, die Radsätze von Fahrzeugen oder Luftschrauben von Flugzeugen in Kurvenbewegung — Inhalt des ersten Abschnittes —, oder die Kreisel sind absichtlich als kinetisches Element dem Mechanismus einverleibt worden. Dann kann die *beabsichtigte* Wirkung eine zweifache sein, je nachdem die Masse des Kreisels (oder genauer seine Trägheit) einen wesentlichen Teil der gesamten Masse oder Trägheit des Mechanismus ausmacht oder nicht. Im ersteren Falle wird ihm ein vom Kreisel beherrschtes Verhalten aufgeprägt, sie heißen beim Verfasser unmittelbare Stabilisatoren und werden je nach Art ihrer Aufgabe eingeteilt in Richt- (Beispiele: rotierende Himmelskörper überhaupt, Langgeschosse aus gezogenem Lauf), Stütz- (Howeltorpedo, während das Whiteheadtorpedo den mittelbaren Stabilisatoren zugerechnet wird, Einschienenbahn nach den Systemen des jüngst verstorbenen *Scherl* und *Brennan*) und Dämpfkreisel (markantes und einziges, wenn auch in der Technik aufgegebenes Beispiel der Schlickschen Schiffskreisel). Davon handelt der dritte und letzte Abschnitt. Die mittelbaren Stabilisatoren wirken nur als Richtungszeiger wie an den Foucaultschen Gyroskopen, dem Gilbertschen Barygyroskop, den künstlichen Lotlinien und Horizonten für Flieger und Seeleute oder betätigen einen Steuermechanismus, wie den Obryschen Geradläufer, die künstlichen Flugzeugstabilatoren. Einen besonderen Paragraphen in diesem zweiten und mittleren Abschnitt nimmt die ausführliche Theorie des Kompaßkreisels in seiner hohen, technischen Vollendung von *Anschütz-Kämpfe*, samt seinen Mißweisungen und Fahrtfehlern, in Anspruch.

Knapp und klar ist die Darstellung; die Ergebnisse der mit besonderem Geschick immer nur das Wesentliche aus den Ansätzen, dies aber restlos, herausholenden Diskussion, sei es etwa mit Hilfe der Methode der kleinen Schwingungen oder algebraischer Überlegungen, werden in prägnanten Sätzen festgelegt. Der Weg zu Einzelstudien ist durch die am Schluß zusammengestellten, reichlich gegebenen literarischen Nachweise gebahnt. Die Figuren sind ganz vortrefflich gezeichnet, originell und geschickt angelegt, kräftig ausgeführt, und mit der Einfügung von Vektorpfeilen als graphisches Hilfsmittel zum mechanischen Verständnis ist nirgends gespart worden. Nicht zu vergessen die schon eingangs gestreiften Versuche des Verfassers, an Stelle der oft schwerfälligen, viel zu langen oder sinnwidrigen, wenn auch z. T. ehrwürdigen Fachausdrücke der theoretischen Mechanik aus einer überlebten Zeit kurze, z. T. neue Benennungen zu setzen wie z. B. die schon viel gebrauchte Wucht für lebendige Kraft oder kinetische Energie, Schwung für Drehimpuls, Trieb für Impulsresultante usw. Da

könnten auch gleich die von *Poinsot* noch herrührenden Wortungeheuer Polhodie und gar Herpolhodie verschwinden, für die es bereits treffliche deutsche Wörter gibt.

Allein die ausschließlich in Durchschnitt, Grund- oder Aufriß gegebenen Darstellungen der meist recht verwickelten Kreiselapparate könnten wohl hie und da durch eine geeignete perspektivische (oder axonometrische) Skizze ergänzt werden. So z. B. vermißt der Laie ein wenigstens schematisches, aber anschauliches Bild des gesamten Leitwerkes eines Flugzeuges, von dem doch sehr viel die Rede ist. Auch scheint mir im ersten Teil der entscheidende Schritt von der Punkt- zur Systemmechanik, der vom D'Alembertschen Prinzip geleistet wird, zu sprunghaft (S. 13), die Zerlegung des Reibungsansatzes (S. 84) bedenklich.

Diese geringen Ausstellungen vermögen den großen Wert der bis in die Einzelheiten peinlich sauberen und zuverlässigen Arbeit *Grammels* nicht zu beeinträchtigen. Sie verdient einen Platz in der Bücherei jedes auf dem Kreiselgebiet verkehrenden wissenschaftlichen Technikers und Physikers, selbstredend des „angewandten" und des durch seine Abstraktionen noch nicht gänzlich eingesponnenen Mathematikers, der von alters her auch die theoretische Mechanik zum gelegentlichen Tummelplatz seiner Spekulationen zählt. Ist doch der Verfasser an ihrem An- und Ausbau durch zahlreiche eigene Untersuchungen beteiligt. Ihre Ergebnisse sind, wie schon angedeutet, in diesem Buche überall verwertet. *M. Winkelmann, Jena.*

Wiener, Otto, Fliegerkraftlehre. Leipzig, S. Hirzel, 1920. XV, 240 S. Preis geh. M. 24,—; geb. M. 32,—.

Das Buch ist aus Vorträgen entstanden, die der Verf. während des Krieges vor Fliegern und Flugschülern gehalten hat. Es hat das Ziel, in leichtfaßlicher Weise die wesentlichen Gesichtspunkte des Flugwesens und der Aerodynamik darzulegen und den Zusammenhang mit den allgemeinen physikalischen Gesetzen klarzustellen.

Zuerst werden unter Vermeidung aller Formeln die allgemeinen Verhältnisse des stationären und des gestörten Fluges, einschließlich der Phygoidtheorie und des Segelfluges dargelegt. Dann folgt die genauere, auch teilweise numerische Beschreibung der Luftkräfte, des Zusammenwirkens von Motor, Schraube und Flugzeug und die Berechnung der Flugleistungen. In einem weiteren Teil über die „allgemeine Kraftlehre des Fliegers" wird auf einige für den Flieger wichtige Probleme hingewiesen, die ein tieferes Eindringen in die Dynamik erfordern; um das Verständnis dieser Erörterungen auch dem mechanisch weniger vorgebildeten Leser zu erleichtern, sind in einem besonderen Teil die wichtigsten Begriffe, Sätze und Formeln der allgemeinen Mechanik zusammengestellt. Ob damit weiteren Kreisen das Verständnis eröffnet werden kann, scheint fraglich; vielleicht wäre es doch besser gewesen, den zur Verfügung stehenden Raum nur für aerodynamische Ausführungen zu verwenden.

Die Darstellung ist angenehm und leicht faßlich; die Auswahl des Stoffes könnte vielleicht dem jetzigen Standpunkte der Aerodynamik besser angepaßt sein, so daß z. B. weniger vom Verhalten ebener Flächen die Rede wäre, oder daß die Hauptgesichtspunkte der Prandtlschen Arbeiten über endliche Flügel dargelegt würden und desgl. Auf Vermeidung von Fremdworten ist sehr großer Wert gelegt.

L. Hopf, Aachen.

Bader, H. G., Grundlagen der Flugtechnik. Entwerfen und Berechnen von Flugzeugen. Leipzig, B. G. Teubner, 1920. 194 S. und 47 Fig. Preis geh. M. 18,—; geb. M. 22,—.

Dieses Werk ist kein Lehrbuch; die Erklärungen sind sehr kurz gefaßt, und das Hauptgewicht ist auf das wirkliche praktische Problem, die Berechnung eines Flugzeugs gelegt. Dabei ist die Festigkeitsberechnung ausgeschlossen; die Probleme der aerodynamischen Berechnung sind aber alle ausführlich behandelt, sowohl die Leistungsberechnung wie auch die Berechnung der Steuerorgane und der Stabilität und das Verhalten bei Anlauf und Landung. Der Versuch, in all diesen Fragen systematische Durchrechnung an Stelle praktischer Schätzung treten zu lassen, ist durchaus zu begrüßen; dagegen erscheint es dem Referenten zweifelhaft, ob der von *Bader* eingeschlagene Weg wirklich gangbar ist. Die Darstellung ist wenigstens derart überlastet mit mathematischen Entwicklungen, Minimumberechnungen usw., daß es außerordentlich schwer ist, hindurchzufinden; auf 142 Seiten finden sich 579 Formeln (vom Autor, nicht etwa vom Referenten gezählt!). Zudem erschwert die Wahl der Bezeichnungen, die fast durchweg von den üblichen abweichen, das Verständnis. Die vollständige rechnerische Durchführung eines Beispiels und eine Zusammenfassung, in welcher die physikalischen Zusammenhänge ohne mathematische Entwicklungen dargelegt werden, bringen manche Anregung, auch wenn man nicht in allen Anschauungen dem Verfasser folgen kann. *L. Hopf, Aachen.*

Zuschriften an die Herausgeber.

Zur Richtigstellung.

In Nr. 15, S. 254 dieser Ztschr. hat Herr *Study* eine ziemlich scharfe Kritik an *O. Hertwigs* Kampf gegen den Darwinismus geübt. Er bemängelt insbesondere, daß *Hertwig* gewisse politische und soziale Erscheinungen mit den Lehren *Darwins* in Verbindung gebracht habe, so daß die letzteren geradezu als gemeingefährlich erscheinen müßten. Da *Study* bei dieser Gelegenheit auch den Keplerbund erwähnt und diesem zutraut, daß er dem Ruf nach der Polizei gegen die bösen Darwinisten freudig zustimmen würde, da ich ferner annehmen muß, daß seine Äußerung auf einem von mir verfaßten Leitaufsatz unserer Zeitschrift „Unsere Welt", Nr. 1, 1921, fußt, worin ich ein paar Zitate aus *Hertwig* angeführt hatte, so sehe ich mich genötigt, folgendes zu erklären:

In den von mir zitierten Worten (aus „Werden der Organismen" S. 635, 710) hat *Hertwig* nur eine unzweifelhafte geschichtliche Tatsache mit sehr treffenden Worten wiedergegeben: Das erstaunlich rasche Durchdringen der Darwinschen Lehren ist sicher großenteils auf ihre anscheinende Übereinstimmung mit einer ganzen Anzahl politischer, wirtschaftlicher u. a. Bestrebungen zurückzuführen, die dann auch umgekehrt derartige Bestrebungen sich der aus der Biologie entnommenen Schlagwörter vom Kampf ums Dasein usw. ausgiebig bedient haben, obwohl dies zu schlimmen Mißdeutungen führen mußte, weil, wie *Hertwig* sagt, aus der Darwinschen Lehre wie aus einem Orakelspruch jeder entnehmen konnte, was ihm paßte. Nur diese Worte *Hertwigs* habe ich beistimmend zitiert. Wenn *Hertwig* darüber hinaus sowohl in diesem Zusammenhang wie anderswo es nicht ganz vermeidet, die Darwinsche Lehre selbst mit der Verantwortung für solche Folgerungen zu belasten, so lehne ich das mit

Study ab und habe deshalb derartige Worte mit gutem Bedacht nicht mit zitiert. Es ist daher ungerechtfertigt, wenn *Study* dem Keplerbund aus der Zustimmung zu jenen ganz einwandfreien Worten *Hertwigs* einen Vorwurf macht.

Der Keplerbund tritt vielmehr nach seinen Grundsätzen dafür ein, daß naturwissenschaftliche Probleme, wie die Frage nach den treibenden Kräften der Artenbildung, nicht mit politischen, wirtschaftlichen, religiösen oder antireligiösen und anderen Tendenzen vermengt werden, die aus ganz anderen Quellen entspringen. Solche Vermengung zerstört erstens die wissenschaftliche Unbefangenheit, fördert zweitens in zahlreichen Fällen schädliche Bestrebungen durch das Umhängen eines wissenschaftlichen Mäntelchens und schädigt drittens vielfach auch die gute Sache durch Belastung mit unhaltbaren Beweisführungen. Die Frage nach der Tragweite der Darwinschen Prinzipien in der Biologie ist der Fachwissenschaft zu überlassen.

Gerade weil ich in der Sache, wie der ganze weitere Aufsatz zeigt, weitgehend mit *Study* übereinstimme, muß ich mich gegen seine Äußerung verwahren, auch glaube ich nicht, daß die wünschenswerte Beruhigung der Gemüter durch den scharfen Ton *Studys* gefördert wird.

Wenn ferner die Schriftleitung die kurze Bemerkung hinzufügte, daß *Hertwig* es abgelehnt habe, auf die Zuschrift *Studys* zu antworten, so mag für der Sachlage Unkundige hier hinzugefügt sein, daß man von Herrn Geheimrat *Hertwig* bei seinem hohen Alter schwerlich mehr wird verlangen können, sich auf derartige Polemiken einzulassen.

Bielefeld, Mai 1921. Dr. *B. Bavink*,
wiss. Leiter des Keplerbundes.

Geographische Mitteilungen.

Angola (*Hugo Marquardsen*; mit 13 Bildertafeln, 5 Textskizzen und 1 Karte in 1 : 2 000 000; Berlin 1920). Trotz ihres Alters und der in ihr schlummernden wirtschaftlichen Möglichkeiten gehört die portugiesische Kolonie Angola zu den unbekannteren Räumen Afrikas. Das ist um so mehr zu verwundern, als Material für eine hinreichend eingehende landeskundliche Darstellung in den Ergebnissen zahlreicher Forschungsreisen vorliegt, nicht zum geringsten in jenen der von *Bastian* eingeleiteten, von *Pechuel-Loesche* geförderten und etwa in den Reisen *Wißmanns* ausklingenden deutschen Forschungsperiode. Aus diesen durch die Verwendung bisher unveröffentlichter Aufzeichnungen vermehrten Bausteinen schuf der Verfasser als Geograph des Reichskolonialamtes eine Monographie der Kolonie, die im Verein mit einer auf neuesten Grundlagen beruhenden, aus der Werkstatt des berühmten Kartographenpaares *Spigade* und *Moisel* hervorgegangenen Karte größeren Maßstabes wohl für längere Zeit der Ausgangspunkt aller Studien dieser Kolonie sein wird. — Die Darstellung schickt die Landes- und Erforschungsgeschichte abschnittweise voraus und setzt deshalb in Abweichung von der üblichen „Tretmühle" länderkundlicher Stoffanordnung den Menschen an die erste Stelle. Dieses Verfahren, durch das der Leser organisch und ohne Sprünge in die Materie eingeführt wird, und das den auch für den Geographen wichtigen geschichtlichen Ereignissen einen angemessenen Raum zuweist, darf als vorbildlich für die Schilderung wenig bekannter Länder gelten. Der im üblichen, einer Verbesserung kaum bedürftigen Rahmen gegliederten Landesbeschreibung folgt eine Reihe der jüngsten Forschungsperiode entstammender, die kolonialen und Wirtschaftsverhältnisse betonender Reiseschilderungen Dr. *Gleims* und als Schlußabschnitt ein wirtschaftsgeographisches Gesamtbild. — Seiner Oberflächengestaltung nach stellt Angola ein Hochland vor, das im Westen mit einer kristallinischen Stufe zu einem niederen, an der Küste kretazeisch-tertiärem Vorlande abbricht. Dieses ist unter der Wirkung der kühlen Küstenströmung trocken, jenes empfängt nach dem Innern zu wachsende Niederschläge, die einem einfachen Wechsel von Regen- und Trockenzeit unterliegen. In Übereinstimmung hiermit verteilen sich Wüste, Steppe, Savanne, Trocken-, Busch- und Hochwald über das Land. Den Pflanzenformationen entsprechen die wirtschaftlichen Möglichkeiten: Viehzucht im Graslande, Anbau von Baumwolle in den trockeneren, von Zuckerrohr in den feuchteren Strichen, Palmölgewinnung im äquatorialen Norden. Dazu kommt die Ausbeute an Kautschuk, Kapok, Sanseveria- und Sisalfasern und Wachs aus dem ungeheuren Bienenreichtume. Die Siedlungsmöglichkeiten für den Europäer hat *Marquardsen* in vorbildlicher Weise nach der Dauer des Aufenthaltes geschieden und kartographisch veranschaulicht. Die südliche Strecke der Küste (s. Mossamedes) und die 1500 m überschreitenden Teile des Hochlandes sind zur Dauersiedlung, die Küstenstriche nördlich Mossamedes und Benguella und die großen 1000—1500 m emporragenden Flächen zu langfristiger Ansiedlung geeignet, während der Rest nur einen kurzen Aufenthalt zuläßt. Im ganzen sind also die Besiedlungsaussichten ebenso günstig wie die der wirtschaftlichen Entwicklung. — Das Hervorheben praktischer Gesichtspunkte macht das Werk, ganz abgesehen von seinem grundlegenden wissenschaftlichen Werte zu einem nützlichen Leitfaden für den Auswanderer, dessen Einströmen die politische Augenblickslage kaum lange hindern können wird. — Der Verfasser hat das Erscheinen seines Buches nicht erlebt. Der fruchtbringenden wissenschaftlichen Tätigkeit des Reichskolonialamtes, in dessen Dienste er arbeitete, ist der Boden entzogen. Den einen der beiden Schöpfer der Karte, *Moisel*, hat der Tod ereilt. So ist *Marquardsens* „Angola" ein posthumes Werk und ein Markstein in der Geschichte unserer kolonialen Literatur.

Zur Kenntnis der Panamaenge. Das rege Interesse, das die Amerikaner als Inhaber des Panamakanals seiner weiteren Umgebung widmen, zeitigt in rascher Folge Beiträge zur Kenntnis dieses seiner kontinentalen Zwischenstellung wegen besonders interessanten, bislang infolge seiner dünnen Besiedlung und der Anwesenheit noch unzivilisierter Indianerstämme nur lückenhaft bekannten Gebietes. Dem jüngst wiedergegebenen Berichte *Browns* über die Erdbeben und Rutschungen in der Kanalzone („Naturwissenschaften" 1921, S. 20) schließen sich neuerdings belangreiche Studienergebnisse über Klima und Biogeographie an. (*Charles F. Brooks, Notes on the climate of Panama; Physiogeography and Life zones of Panama*; the geographical Review, New York 1920, S. 267.) — Was die *Niederschläge* anlangt, so wurde im November 1911 gelegentlich eines wolkenbruchartigen Regens in Porto Bello an der atlantischen Küste mit 62 mm in 3 Minuten ein Wert gemessen, der die bisher aufgestellten Höchstwerte der Erde bei weitem hinter sich läßt. Dabei dürfen Güsse ähnlicher Stärke in Panama gar nicht einmal als Ausnahmen betrachtet werden. Vorwiegend benetzt ist die atlantische Abdachung, wo

das Jahresmittel in der Kanalzone 250 cm überschreitet. Diese echt äquatorialen Verhältnisse erklären die häufigen Rutschungen, die Versumpfung des Landes, die Malaria- und Gelbfiebergefahr und den Mißerfolg der älteren Kanalunternehmung. — Ebenso gehört Panama mit 50—75 % je nach Jahreszeit zu den Gegenden höchster *Bewölkung*; gleichwohl wurde die längste sonnenscheinlose Periode mit nur 4 Tagen beobachtet und festgestellt, daß im Monat im Mittel nur 1 Tag völlig bewölkt ist. Man unterscheidet eine Regenzeit (April bis November), deren höchste Temperaturen hinter denen des kontinentalen Nordamerikas zurückbleiben und eine etwas kühlere Trockenzeit (Dezember bis März), während der die atlantische Seite unter der Wirkung stärkerer Winde minder bewölkt ist. Trotz seines feucht-tropischen Charakters ist das Klima, wie die Erfahrung lehrt, im Vergleich mit anderen äquatorialen Gegenden als verhältnismäßig günstig anzusehen. Der Weiße kann Muskelarbeit verrichten, ohne der Gefahr des Sonnenstiches und Hitzschlags stärker ausgesetzt zu sein als selbst in den Oststaaten der Union.

In Übereinstimmung mit den klimatischen Verhältnissen steht die *biogeographische Gliederung* des weiteren Panamagebietes in einen feuchteren atlantischen Gürtel mit immergrünem Walde und in einen trockeneren pazifischen mit Grasland und laubabwerfenden, zu Waldinseln vereinigten Bäumen. Mit 1000 m Höhe beginnt, ausgezeichnet durch Palmenreichtum, die höhere tropische Region, der sich jenseits 2700 m eine nur inselförmig entwickelte gemäßigte mit unansehnlicherem Walde und borealer Prägung anschließt. Zu einer Charakteristik der biogeographischen Zwischenstellung zwischen dem nördlichen und dem südlichen Kontinente, insbesondere zu einer Einsicht in die Einflüsse der tertiären Landunterbrechung auf die Ausbreitung der Pflanzen und Tiere reichen die gegenwärtigen Erfahrungen nicht aus.

Die Sümpfe Georgias in den Vereinigten Staaten. (*Roland M. Harper, Swamp lands of Georgia; the Geographical Review*, S. 344, 1920.) Bekanntlich ist die Ostküste der Vereinigten Staaten von einem ausgedehnten Bande sumpfigen Geländes gesäumt, das wegen seiner eigenartigen Sumpfzypressenbestände von hervorragendem geographischen und wegen seiner Anklänge an die in unseren Braunkohlenlagern vorliegenden fossilen Sumpfbildungen auch von erdgeschichtlichem Interesse ist. Das Bestreben, diese nutzlosen Flächen der Kultur immer dienstbarer zu machen, hat in jüngster Zeit in dem Unionstaate Georgia wertvolle Ergebnisse gezeitigt, praktische wie auch wissenschaftliche, die über die Grenzen dieses Staates hinaus von Bedeutung für das Verständnis des ganzen Landschaftsgürtels sind. — Georgia ist, wie die Nachbarstaaten durch seine Gliederung in eine den Appalachen angehörende Gebirgszone, ein hügeliges Vorland (Piedmont) und eine sanft zur flachen Küste fallende Ebene ausgezeichnet. Das Gebirgsland ist arm an Sümpfen (in den sumpfreichsten Teilen bis 4 % der Fläche). Das Hügelland enthält Sümpfe im Bereiche der Flüsse (bis 14 %), die Küstenebene ist von breiten versumpften Flußauen und von ausgedehnten, flache Senken des Zwischengeländes ausfüllenden Taxodiumsümpfen bedeckt (bis 80 %), die im Meeresniveau in Brackwasser und Salzsümpfe übergehen (bis 70 %). Das Klima, durch vorwiegende Sommerregen gekennzeichnet, ist — weil die Niederschläge der Verdunstung die Wage halten — sumpffördernd.

Die spärlichen Sümpfe im Gebirge erscheinen im Hinblick auf ihre Lage auf Hochebenen und in Talsenken topographisch bedingt. In der überaus flachen, gefällsarmen Küstenregion erklärt sich die starke Versumpfung aus dem Zusammentreffen zweier begünstigender Grundlagen, der topographischen und der klimatischen. Im Hügellande stehen Relief und Versumpfung im Widerspruch. Hier ist die letzte denn auch keine ursprüngliche und natürliche, sondern eine Folge verkehrter Bodenkultur, die zur Entblößung des höherliegenden Geländes von lockerem Erdreich, zu übermäßiger Abspülung und Verschlammung der Flüsse und zu ungenügender Entwässerung geführt hat.

Man unterscheidet mit Rücksicht auf die Entwässerungsmaßnahmen dauernde Sümpfe (swamps), periodische (bottoms), Sumpfbecken (ponds), mehr oder geringer nasses Grasland und Gezeitenmarsch. Zur Beseitigung der Hügellandsümpfe dient die Wiederherstellung genügenden Abflusses mittels Freibaggerung der verstopften Abzugsrinnen. Die Sumpfflächen des flachen Landes werden, soweit der Boden tonig und fruchtbar ist, durch Kanäle, die minder feuchten durch Bodendränierung trocken gelegt. Sümpfe mit sandigem Untergrund lohnen Entwässerungsmaßnahmen nicht.

Die bisherigen Ergebnisse haben zu einer Einschränkung der Sumpfflächen in der Hochlandsregion auf $^1/_6$, in der Küstenebene auf fast $^1/_3$ der ursprünglichen Ausdehnung geführt. Entsprechende Statistiken der benachbarten Staaten Nordkarolina, Alabama und Westflorida zeigen ähnliche Verhältnisse.

B. Brandt.

Ornithologische Mitteilungen.

Über die Gestalten der normalen und abnormen Vogeleier hat vor kurzem Dr. *A. Sziclasko* eine eingehende Arbeit bei W. Junk in Berlin erscheinen lassen. Sie behandelt auf Grund mathematischer Untersuchungen einen Gegenstand, der in der Oologie bisher nicht erörtert worden ist. Die Veröffentlichung schließt sich früheren Arbeiten des Verfassers an. Die Untersuchungen über die Bildungsgesetze der Vogeleier, über die Gestalt der Eier und über die Bildung der Eischalenstruktur, die von 1903—1913 erschienen waren, bilden die Vorarbeiten für das neueste Werk. In logischer Folge schließt sich dasselbe den früheren Untersuchungen an.

Vertraut mit den mathematischen Rechnungsmethoden und der den Gegenstand behandelnden Literatur, orientiert über die durch *Panum, Nathusius, Immermann, Kutter* u. a. aufgeworfenen Fragen, führt *Sziclasko* in der vorliegenden Arbeit den sicheren Nachweis, daß das Vogelei nach ganz bestimmten, mathematisch festgelegten Gesetzen gebildet ist. In der Vorarbeit, welche sich mit der Gestalt der Vogeleier beschäftigte, war bereits in dem rein mathematischen Abschnitt darauf hingewiesen worden, daß sich die Frage der Form des Eies in einfacher Weise durch Differentialrechnung lösen lassen müsse. Es handelte sich also zunächst darum, die Eikurven mathematisch zu konstruieren, um alsdann auf Grund der gefundenen Ergebnisse Tabellen aufzustellen, die für die deskriptive Oologie praktische Bedeutung gewinnen können.

Die mathematischen Untersuchungen *Szielaskos* ergeben mit Sicherheit, daß *die Eikurve eine komplizierte Kurve vierten Grades* darstellt, und daß sich für die Gestalt normal gebauter Eier eine bestimmte Formel ergebe, die als eine konstante, feststehende an-

gesehen werden darf. Ein anderes Resultat brachte die mathematische Untersuchung abnormer Eier. Hier zeigte sich die Notwendigkeit, zwischen diesen und den normal gebauten Eiern scharfe Grenzen zu ziehen und mathematisch festzulegen.

Die Konstruktion der Kurven wird von dem Verfasser auf das eingehendste behandelt. Ob es viele Oologen geben wird, die den mathematischen Ausführungen *Sziclaskos* zu folgen in der Lage sind, möchte Ref. bezweifeln. Es würde dies immerhin eine nicht unbedeutende Kenntnis der Behandlung mathematischer Fragen voraussetzen. Der Verf. sagt selbst an einer Stelle seines Buches, daß sich vielleicht nur wenige finden werden, die mathematischen Analysen selbst auszuführen. Der praktische Oologe wird daher mit Freuden die Tabellen begrüßen, die dem Schluß der Untersuchungen angefügt sind. Sie behandeln die Zahlenwerte der verschiedenen Eigestalten in 34 Formentafeln und geben in 12 Gruppen jede nur mögliche Eigestalt wieder. Sie zeigen, wie die Formen neben-, über- und untereinander allmählich in der Natur ineinander übergehen. Viel des Interessanten enthalten auch die rein oologischen Kapitel des Buches. Dahin möchte z. B. der Abschnitt über die Gestalt der sogenanten birnenförmigen Eier zu rechnen sein. Auch sie sind nach des Verf. Untersuchungen den Gesetzen der einfachen und zusammengesetzten Eikurven unterworfen. Bekanntlich gibt es viele Eier, die eine reine Birnenform besitzen, „aber es kommen andererseits viele Birnen vor, deren Form die Vogeleier nicht nachahmen oder, soweit das Gesetz der zusammengesetzten Eikurve in Betracht kommt, nicht nachahmen können". Es gibt eben birnenförmige Eier nur bis zu einer bestimmten Grenze.

In einem anderen Kapitel werden die *natürlichen* Übergänge von einem kugelförmigen Ei zu einem walzenförmigen einerseits und zu einem zugespitzten, pfeilförmigen andererseits, ferner der Umfang eines Eies, welches wichtig für dessen Größe ist, u. a. behandelt.

Ref. möchte sich nicht als kompetent erachten, über die mathematischen Deduktionen des Verf. ein Urteil abzugeben, möchte indessen glauben, daß durch sie der Weg zu exakten Arbeitsmethoden für diese Fragen in der Oologie geöffnet wird. —

Aus dem Zoologischen Institut der California University ist in den letzten Jahren eine Reihe von Arbeiten hervorgegangen, die sich für die Klärung faunistischer und systematischer Fragen in der Ornithologie von nicht geringer Bedeutung erwiesen haben. Dahin gehören vornehmlich die Veröffentlichungen von *Joseph Grinnell* und *Harry S. Swarth*. Diesen beiden Männern danken wir in erster Reihe die Bearbeitung der zoologischen Ergebnisse der durch Miß *Annie M. Alexander* in großzügigster Weise in das Leben gerufenen Forschungsexpeditionen nach Alaska. Vor kurzem hat *Swarth* in den University of California Publications of Zoology (Band *21*, 1920) eine **ausgezeichnete Studie über die Gattung Passerella, den Fuchssperling,** veröffentlicht. Mit Recht bezweifelt *Witmer Stone*, der verdiente Vorsitzende der Amerikanischen Ornithologischen Gesellschaft, ob die geographischen Formen einer einzelnen Gattung je in einer so eingehenden und sorgfältigen Untersuchung behandelt worden sind, wie dies hier geschehen. Und man muß ihm hierin durchaus beipflichten.

Die Gattung *Passerella*, wie wir sie heute begrenzen, besitzt nur eine einzige Spezies. Sie ist auf Nordamerika beschränkt und über den größten Teil des genannten Kontinentes verbreitet. *Swarth* unterscheidet 16 Formen der Art, deren Färbungsvariationen, Vorkommen, Zugerscheinungen und Biologie eine außerordentlich sorgfältige Behandlung finden. In früheren Arbeiten hatte er bereits eine Anzahl dieser Formen neu beschrieben. Es handelte sich bei diesen um sehr subtile Färbungs- und Morphologieunterscheidungsmerkmale. Dem persönlichen Formenempfinden des einzelnen muß es überlassen bleiben, wieweit er diese Subspezies anerkennen und sich den Schlüssen gegenüber verhalten will, die zoogeographisch aus der Annahme derselben gezogen werden können.

Während der Fuchssperling in dem östlichen Teil seines Vorkommens in Nordamerika einen sich kaum ändernden Habitus zeigt, läßt sich *Passerella iliaca* an der pazifischen Küste und in den Gebieten der Rocky Mountains in Reihen von Formen aufteilen, die *Swarth* mit Gruppennamen bezeichnet. Diese letzteren können für spätere Untersuchungen die Gefahr bringen, als Gattungen aufgefaßt zu werden, was nicht den Ansichten des Verfassers entsprechen dürfte. Der Hauptwert der *Swarth*schen Untersuchungen dürfte in der Bedeutung liegen, welche dieselben hinsichtlich der Art und des Umfangs der Variation der Formen wie der Abhängigkeit dieser Erscheinung von Verbreitung, Vorkommen und Einfluß der Umwelt bietet. *Swarth* glaubt aus seinen eingehenden Studien den Schluß ziehen zu dürfen, daß die trennenden Grenzen zwischen den einzelnen Formen nicht mit „physical barriers", wie man dies vielfach angenommen, zusammenfallen, ausgenommen vielleicht das Vorkommen der auf die Kadiakinsel beschränkten Form *Passerella iliaca insularis*. Hinsichtlich dieser zoogeographischen Fragen enthält die Arbeit ein ganz außerordentliches Material. Nicht weniger als 1600 Bälge standen hierfür zur Verfügung. Sehr instruktiv sind die der Behandlung der einzelnen Formen beigefügten Kartenskizzen mit der Einzeichnung der Köpfe der verschiedenen Subspezies, welche die Variation der Schnäbel der letzteren zeigen und ein Bild der Verbreitung der nahestehenden Formen geben.

Die beiden Arbeiten, über welche in vorstehendem kurz referiert wurde, bieten viel des Neuen. Sie erschließen uns neue Kenntnisse, und diese schaffen wieder neue Probleme. *Herman Schalow.*

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Sitzungsberichte der Sächsischen Akademie der Wissenschaften. 1920.

6. Dezember 1919. Sitzung der mathematisch-physischen Klasse.

Herr *Kaßmat* sprach über *Wesen und Grundlage der morphologischen Wissenschaft* von *W. Penck*. Der Vortragende ging von dem Einfluß der entogenen und exogenen Kräfte auf die Gestaltung der Erdoberfläche aus, mit denen die Morphologie, ein Grenzgebiet zwischen Geologie und Geographie, bei der Untersuchung der Gebirgsbildung zu rechnen hat. Im Gegensatze zum Amerikaner *Davis*, der in dem von ihm aufgestellten Erosionszyklus die Gebirgsbildung als etwas Fertiges annimmt und die exogenen Kräfte erst nachträglich darauf einwirken läßt — eine methodisch durchaus nicht zulässige Vereinfachung —, erschließt *Penck* mehr auf deduktivem Wege die Gesetze der morphologischen Landbildung, indem er ein Nebeneinanderhergehen von Hebung und Abtragung unter öfters stattgefundener gegenseitiger Beeinflussung und Stö-

rung nachweist. — Hierauf legte Herr *Rinne* eine unter seiner und *M. Seebachs* Leitung ausgeführte Studie von *M. Kemter* über die kristallographischen Verhältnisse der chemischen Reaktion von Salzsäure, Schwefelsäure und Salpetersäure auf den Cölestin vor. Das Mineral hat sich als ein ausgezeichnetes Beispiel für einen mit der Richtung intensitätsmäßig wechselnden Vorgang chemischer Art erwiesen, und zwar in dem Sinne, daß sich jeweils Richtung und Gegenrichtung gleich verhalten, wobei jeder von den drei studierten chemischen Vorgängen indes besondere Richtungen der Intensitätsabstufung des Angriffes vorführt.

12. Januar 1920. Sitzung der mathematisch-physischen Klasse.

Herr *Rinne* hält einen Vortrag über *die Natur des Kristallwassers bei Zeolithen* und legt eine sich auf dasselbe Thema beziehende Abhandlung über die Wasserführung des Heulandit von Dr. *Scheumann* vor. In diesen Arbeiten wird die Frage diskutiert und experimentell verfolgt, ob das zeolithische Wasser wie bei Salzhydraten aufzufassen ist oder dem Silikat in fester Lösung zugehört. Die Frage wird zugunsten der zweiten Auffassung entschieden. — Weiterhin übergibt Herr *Hölder* eine Untersuchung der Herren *Sember* und *Uibe*: *Über die spektrale Polarisation des diffusen Sonnenlichts in der Erdatmosphäre*. 2. Teil. Zur Kenntnis der Haidingerschen Polarisationsbüschel im blauen Himmelslicht. — 9. Bericht über die Ergebnisse der auf Teneriffa ausgeführten Arbeiten. Winkelmessungen ergaben eine je nach der Höhenlage über dem Horizonte unterschiedliche Größe der Polarisationsbüschel, die dem bloßen Auge im Horizonte doppelt so groß als im Zenith erscheinen, welche Größenvariation auf Grund vieler Beobachtungen zahlenmäßig durch die sichtbare Form des Himmelsgewölbes bedingt ist.

16. Februar 1920. Sitzung der mathematisch-physischen Klasse.

Geh. Rat *Flechsig* legte eine Arbeit seines Schülers Dr. phil. et med. *Pfeifer* vor, die sich mit *neuen myelogenetisch-anatomischen Untersuchungen über den kortikalen Verlauf der Hörleitung* befaßt. Die exakte Umgrenzung der kortikalen Hörsphäre gehört bekanntlich zu den wichtigsten Aufgaben der Hirnanatomie, schon wegen der fundamentalen Bedeutung des Hörzentrums für die Sprache und damit für den gesamten Intellekt überhaupt. Nach Experimenten am Tier, die von *Munk*, *Ferrier*, *D. Monakow* u. a. ausgeführt wurden, kamen anscheinend ausgedehnte Bezirke des Schläfenlappens dafür in Betracht. 1894 gelang es *Flechsig* zu zeigen, daß nur in einem sehr kleinen Teil des Schläfenlappens, nämlich der in der Sylvischen Furche verborgen liegenden Querwindung, der kortikale Endausbreitungsbezirk der Hörstrahlung zu suchen sei. Anfangs viel umstritten, ist diese Anschauung neuerdings von allen maßgebenden Forschern akzeptiert worden. Die vorgelegte Arbeit behandelt die feineren Details des letzten Abschnittes der Hörstrahlung und ergänzt die bisher vorliegenden Forschungsergebnisse in überaus wichtiger Weise. Die Hörfasern bilden eine geschlossene Marklamelle, welche in dem oberen, hinteren Abschnitt der Hörwindung endigt und gewissermaßen eine Art Gehörklaviatur bildet. Die Ergebnisse sind wichtig für die gesamte Aphasiclehre.

3. Mai 1920. Sitzung der mathematisch-physischen Klasse.

Herr Professor *F. Koßmat* berichtete über die *Beziehungen zwischen dem geologischen Bau und den Schwerestörungen der Erdrinde*. Während die jungen Kettengebirge Europas durch negative Schwereanomalien ausgezeichnet sind, zeigen die nordwestlich gerichteten Aufwölbungen der Rumpfgebirge Mittel- und Westdeutschlands Schwereüberschuß, der sich zum Teile unter die Tiefebene fortsetzt und bei weiterer Verdichtung des Beobachtungsnetzes noch erlauben dürfte, für die Frage der Aufsuchung einzelner Stücke der im allgemeinen tief versenkten Fortsetzung des westdeutschen Kohlenreviers Anhaltspunkte zu liefern. — Hierauf trug Herr *Le Blanc* vor *Über optisch leere Flüssigkeiten*. Nach Versuchen von Herrn *Wolski*. Unter optisch leeren Flüssigkeiten versteht man solche, die, von einem starken Lichtstrahle durchsetzt, keine Erhellung des vom Lichte getroffenen Teiles, keinen sogenannten Tyndallkegel zeigen. Bisher war es nicht gelungen, derartige optisch leere Flüssigkeiten herzustellen. Es erhob sich nun die Frage, ob diese optische Heterogenität durch fremde Beimengungen, wie kleine Staubteilchen und dergleichen, oder durch Komplexmolekeln der Flüssigkeiten selbst hervorgerufen würde. Zur Klärung der Sachlage wurde von neuem die Herstellung optisch leerer Lösungen angestrebt, und zwar dieses Mal mit Hilfe der Ultrafiltration, wodurch äußerst kleine Teilchen der Flüssigkeit getrennt werden können. Nach den bisherigen Vorschriften über die Herstellung von Ultrafiltern gelang die Gewinnung optisch leerer Flüssigkeiten nicht, im Ultramikroskop konnte ohne weiteres eine große Anzahl leuchtender Punkte, deren jeder einem diskreten Teilchen entsprach, nachgewiesen werden. Die Zahl der leuchtenden Punkte konnte zunächst im destillierten Wasser nicht unter 25 000 in 1 ccm herabgedrückt werden. Durch Verwendung besonders präparierter seidener Ultrafilter gelang aber schließlich die Herstellung von optisch leerem Wasser und von anderen Flüssigkeiten bzw. Lösungen. Die Konstitution dieser Lösungen ist also nicht derart, daß bei Anwendung der benutzten Hilfsmittel Komplexmolekeln zu entdecken sind, die eine optische Heterogenität gegenüber der Umgebung zeigen.

7. Juni 1920. Sitzung der mathematisch-physischen Klasse.

Die Sitzung wurde eröffnet durch einen Vortrag des Herrn *Rinne* über *„Röntgenographische Forschungen im mineralogischen Institute der Universität Leipzig zur Ermittelung kristallstereochemischer Formeln"*. Herr *Rinne* besprach darin die Ergebnisse einer unter seiner und *E. Schiebolds* Leitung von Frln. *Lotte Berndt* ausgeführten Untersuchung über den Feinbau des Minerals Olivin. Es handelt sich dabei um das erste Beispiel einer experimentell objektiv festgestellten chemischen Raumformel eines Silikats. Die mittels Röntgenstrahlung bei der Untersuchung gewonnenen Ergebnisse berichtigen die bisherigen Annahmen in tiefgehender Weise. In den wissenschaftlichen Beirat des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Biologie wurde Herr *Meisenheimer* abgeordnet. Die Bedeutung der deutschen Wissenschaft für das Ausland zeigten erneut mehrere Gesuche um Schriftenaustausch, die in der vorhergegangenen Sitzung aus den Vereinigten Staaten, dieses Mal aus Norwegen und Japan vorlagen.

1. Juli 1920. Öffentliche Sitzung.

Der vorsitzende Sekretär, Herr *Le Blanc*, eröffnete die Sitzung durch einen Bericht über das abgelaufene Jahr, aus dem folgendes in extenso mitgeteilt sei. Die Sächsische Akademie der Wissenschaften, die heuer zum ersten Male am Geburtstage Leibnizens zusammentritt, während bisher immer dessen Todestag, der 14. November, als Leibniztag galt, begeht damit zugleich die Feier ihres 74jährigen Bestehens. Zuvor Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften geheißen, führt sie den jetzigen Namen seit einem Jahre. In Verbindung hiermit steht auch eine inzwischen durch die Regierung genehmigte Änderung und Erweiterung der Satzung. Trotz der Ungunst der Zeiten hat die Akademie ihre Arbeiten zu fördern und die begonnenen Publikationen fortzuführen vermocht, wenn auch die bevorstehende fast völlige Erschöpfung ihrer Mittel manche wichtige Arbeit in den letzten Monaten zurückzustellen gebot. Wegen dieser Notlage haben sich die Akademien, Universitäten und Hochschulen zu einer Notgemeinschaft zusammengeschlossen zwecks Erlangung größerer Mittel vom Reiche. Bei der vor kurzen in Berlin deshalb stattgefundenen Besprechung mit dem Reichsfinanzminister ist von dem Vertreter der hiesigen Akademie, Herrn *Le Blanc*, besonders auf die deutsche Wissenschaft als

zurzeit fast einzigen Aktivposten des Reiches in der Welt und auf die ungeheuere Bedeutung der deutschen exakten und Geisteswissenschaften für unsere internationalen wirtschaftlichen und damit auch politischen Beziehungen hingewiesen worden. Ein Zusammenbruch unserer Wissenschaft müßte auch eine weiter gar nicht abzusehende Verschlechterung unseres Ansehens im Auslande nach sich ziehen. Verglichen mit dem hohen Einsatze, um den das Spiel geht, bedeuten die zunächst angeforderten 20 Millionen Mark eine geringe Summe, der sich jedoch hoffentlich in Bälde andere aus industriellen Kreisen zugesellen werden, wozu schon reiche Ansätze vorhanden sind. Hierauf ergriff das Wort Herr *Wiener* zu einem Vortrag über das von ihm aufgestellte *Grundgesetz der Natur*. Es wird gewonnen durch Anwendung des Grundsatzes der geradesten Bahn in der hinterlassenen Mechanik von *Lotz* auf ein zusammenhängendes Mittel unveränderlicher Raumerfüllung, den Äther. Es folgt daraus die Erhaltung der grundsätzlich meßbar erscheinenden Absolutgeschwindigkeiten der Teilchen im Äther. Der Satz von der Erhaltung der Energie erfährt dadurch eine einfache Begründung und anschauliche Bedeutung. Die Theorie vereinigt die Züge der alten Physik mit denen der neuen, insbesondere der Relativitätstheorie. Diese hervorragend scharfsinnige Theorie von *Einstein* erhält dadurch die richtige Stellung im Lehrgebäude der Physik, als eines Grundsatzes, der mit gewisser Annäherung richtige Ergebnisse liefert, ohne daß man die Grundlagen der Theorie ernst zu nehmen und die den Gedanken einer Außenwelt zersetzenden Folgerungen, die man daraus zog, anzunehmen brauchte. Die neue Theorie des Vortragenden liefert zugleich eine einfache anschauliche Gravitationstheorie, die neben den bekannten schwerigen auch das Vorhandensein gegenschwerer oder antibarischer Massen vermuten läßt. Die Schwierigkeiten der Annahme unendlich werdender schwerer Massen in einer unendlich ausgedehnten Welt fallen fort, da die gegenschwerigen die Gesamtmasse Null werden lassen können. Die Frage, warum der Raum nur drei Dimensionen hat, erscheint beantwortbar. Raum und Zeit sind nichts Selbständiges, sondern nur Seiten des natürlichen Geschehens. Die Unmöglichkeit der Rückläufigkeit der Welt wird erweisbar, die sich in bestimmter Richtung entwickelt. Als ein Grundgesetz der ganzen Natur erscheint das neue Gesetz, weil es die Fähigkeiten der Ätherteilchen, wie Lebewesen auf Reize zu antworten, aufweist. Die ganze Welt erscheint dadurch im Innersten belebt und die Weltauffassung erfährt eine wissenschaftliche Begründung, die durch *Goethe* dichterische Verklärung gefunden hat.

19. Juli 1920. Sitzung der mathematisch-physischen Klasse.

Herr *Rinne* machte *röntgenographische Mitteilungen*. Aus dem umfangreichen Gebiete seiner nach dieser Richtung hin bereits angestellten Untersuchungen griff der Vortragende dieses Mal die Studie über den aus Kohlenstoff und Silicium bestehenden, für den Chemiker höchst wichtigen Karborund heraus, dessen Struktur er an der Hand von Modellen, die vermittels röntgenographischer Methoden gewonnen worden waren, erläuterte. Der Karborund erwies sich danach als ein charakteristisches Beispiel des Polymorphismus, und zwar der Polytypie genannten Modifikation, indem infolge der verschiedenen Gruppierungsmöglichkeiten von Kohlenstoff und Silicium sozusagen mehrere Bautypen in das Gebäude hineinkonstruiert sind, unbekümmert um seine chemische Natur. Zugleich ist es aber auch ein hervorragender Vertreter des Isotypie genannten Stabilitätsbaues, insofern sich die regelmäßigen Tetraeder des Diamants auch bei ihm vorfinden. — Anschließend wurden noch einige Resultate aus den Untersuchungen über den Kobaltglanz gegeben, besonders über den Wirkungskreis der verschiedenen Atome und über die davon abhängige Konvergenz der Atomenreihen.

1. November 1920. Sitzung der mathematisch-physischen Klasse.

Herr *Rinne* legte eine unter seiner und Dr. *Schiebolds* Leitung von Frl. *Lotte Kulaszewski* ausgeführte *Studie über Turmalin* vor, das sich durch besonders interessante „heteropolare" Ausbildung und entsprechend „vektorielles" physikalisches und chemisches Verhalten auszeichnet, insofern diese Eigenschaften in Richtung und Gegenrichtung der Hauptbaulinie verschieden sind. Eine eingehende röntgenographische Untersuchung ermittelte die Art und die Dimensionen des Elementarkörpers im Feinbau sowie die Natur des „Raumgitters" im Mineral. Der Untersuchung lag ein schönes Material von Turmalinen zugrunde, die als Drusenbildung in einem Granitgange bei Wolkenburg in Sachsen gefunden worden sind.

13. November 1920. Öffentliche Sitzung.

Die Sitzung wurde dieses Mal in dem bis zum letzten Platz gefüllten größten Hörsaale der Universität abgehalten und von dem vorsitzenden Sekretär, Herrn *Le Blanc*, durch eine Ansprache eröffnet, in der dieser einleitend auf die schwierigen Verhältnisse der deutschen Wissenschaft hinwies, denen aber durch die vor 14 Tagen vollzogene Gründung der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft aller Voraussicht nach mit bestem Gelingen entgegengearbeitet werden dürfte. Diese Vereinigung, der die Akademien, Universitäten, Technische Hochschulen und verschiedene bedeutsame wissenschaftliche Gesellschaften angehören, ist gegründet worden, um vom Reiche und von privater Seite Geld in Empfang zu nehmen und dessen Verteilung in die rechten Bahnen zu leiten, damit es — unabhängig von örtlichen Gesichtspunkten — die ganze Wissenschaft zu fördern imstande ist. Die Aussichten sind günstig und besonders erfreulich zu betonen ist es, daß das Reichsfinanzministerium sich äußerst wohlwollend hierzu ausgesprochen hat. Dasselbe verständnisvolle Entgegenkommen für die Bedürfnisse und Sorgen speziell der Sächsischen Akademie hat auch das sächsische Kultusministerium bereits in hoffnungsreiche Aussicht gestellt. In Befolgung altüberlieferten Brauches wurden alsdann die Nachrufe auf die in der letzten Zeit verstorbenen hervorragenden Mitglieder gehalten, durch deren Hinscheiden die Akademie besonders schwere Verluste erlitten hat. Auf *Ernst Stahl*, Professor der Botanik in Jena, sprach Herr *Meisenheimer*, auf *Martin Krause*, Professor der Mathematik an der Technischen Hochschule in Dresden, Herr *Herglotz* und auf *Karl Rohn*, Professor der Mathematik an der Universität Leipzig, Herr *Hölder*. Leider ist es nicht möglich, im Rahmen dieses Referats, der Bedeutung und den Leistungen der drei Verstorbenen auch nur in extenso gerecht zu werden. Nur so viel muß gesagt werden, daß alle drei Bahnbrecher und Wegweiser in ihren Fachgebieten waren, u. a., sich an ihre Namen wissenschaftliche Großtaten unvergleichlichster Art knüpfen. Zum Schluß hielt Herr *Rinne* einen mit zahlreichen und vorzüglichen Projektionsbildern ausgestatteten Vortrag „Über die Kristalle als Vorbilder des feinbaulichen Wesens der Materie", worin der Vortragende in einer trotz der Wissenschaftlichkeit des Gegenstandes auch dem Fernerstehenden leichtverständlichen Weise insbesondere die hohe Bedeutung der Röntgenstrahlung als Forschungsmittel für die Erkundung des Baues und der Anordnung der Materie klarlegte, indem mit Hilfe der Lichtbilder die Art und Lagerung der bis jetzt unsichtbaren Atome, der Bausteine aller Materie, und der dadurch bedingten äußeren Gestaltung sowie der physikalischen und chemischen Umstände dieser letzteren nachgewiesen wurde. Als Grundzug des feinbaulichen Wesens der Materie ergibt sich eine gesetzmäßige Veränderung der Eigenschaften mit der Richtung und das Streben nach Stabilität.

Für die Redaktion verantwortlich: *Dr. Arnold Berliner*, Berlin W.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck von H. S. Hermann & Co. in Berlin SW 19.